MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ŞI SPORTULUI

Mariana Miloşescu

Informatică

Profilul real

Manual pentru clasa a IX-a

Specializarea: matematică informatică, intensiv informatică

EDITURA DIDACTICĂ ŞI PEDAGOGICĂ, R.A.

Mariana Miloşescu • Informatică • clasa a IX-a

Cuprins

1. Informatica si societatea
1.1. Prelucrarea informatiilor .
1.2. Informatica .
1.3. Etapele rezolvarii unei probleme .
1.4. Algoritmul .
Evaluare .
Datele ..
2.1. Definitia datelor ..
2.1.1. Clasificarea datelor .
2.1.2. Tipul datei .
2.2. Operatorii .
2.3. Expresiile .
Evaluare .
Algoritmii .
3.1. Reprezentarea algoritmilor .
3.2. Principiile programarii structurate .
3.2.1. Structura liniara .
3.2.2. Structura alternativa ..
3.2.3. Structura repetitiva .
3.3. Algoritmi elementari .
3.3.1. Algoritmi pentru interschimbare .
3.3.2. Algoritmi pentru determinarea maximului (minimului) ..
3.3.3. Algoritmi pentru prelucrarea cifrelor unui numar ..
3.3.4. Algoritmi pentru calcularea c.m.m.d.c .
3.3.5. Algoritmi pentru testarea unui numar prim .
3.3.6. Algoritmi pentru prelucrarea divizorilor unui numar .
3.3.7. Algoritmi pentru conversii intre sisteme de numeratie.
3.3.8. Algoritmi pentru generarea sirurilor recurente ..
3.4. Eficienta algoritmilor .
Evaluare .
Aplicarea algoritmilor
4.1. Rezolvarea problemelor de matematica ..
4.2. Rezolvarea problemelor de fizica .
Implementarea algoritmilor .
5. . Caracteristicile limbajului de programare ..
5.2. Structura programului .
5.3. Structurile de control. .

1. Informatica şi societatea

1.1. Prelucrarea informaţiilor

Calculatorul a fost inventat de om pentru a prelucra informaţia. El îl ajută să prelucreze *foarte uşor*, într-un timp *extrem de scurt*, cu *foarte mare acurateţe*, *o mare cantitate* de informaţie *foarte complexă*.

Prelucrarea informaţiei este veche de când lumea. **Prelucrarea voluntară a informaţiei** s-a făcut însă abia atunci când babilonienii au scris primele semne cuneiforme pe tăbliţele de lut. Aşadar, prima manifestare a prelucrării informaţiei a fost *scrisul*. Încă din antichitate pot fi puse în evidenţă două tipuri de prelucrări de informaţii:

- ✓ **prelucrarea textelor = scrisul;**
- ✓ **prelucrarea numerelor = calculul numeric.**

Prelucrarea automată a informaţiei a fost posibilă o dată cu apariţia calculatoarelor electronice. Aşadar, scopul utilizării unui calculator este de a prelucra **informaţia.** Informaţia prelucrată poate fi formată din texte, numere, imagini sau sunete şi este păstrată pe diferite medii de memorare, în diferite formate, sub formă de **date.**

Transformarea datelor în informaţii nu este un atribut exclusiv al calculatorului. Acest fenomen a apărut o dată cu omul. De la primele reprezentări ale unor cantităţi, cu ajutorul degetelor, al pietricelelor sau al beţişoarelor, şi de la manipularea manuală a acestor obiecte pentru a afla câte zile mai sunt până la un anumit eveniment, sau câte animale au fost vânate, sau câţi războinici are tribul vecin, putem spune că are loc un proces de transformare a datelor în informaţii. Degetele, pietricelele şi beţele reprezintă datele, iar ceea ce se obţine prin manipularea lor (numărul de animale vânate, numărul de zile, numărul de războinici) reprezintă informaţia. Ceea ce deosebeşte un astfel de proces de o prelucrare cu ajutorul calculatorului sunt viteza de obţinere a informaţiilor şi modul de reprezentare a informaţiilor sub formă de date.

Calculatorul nu ştie să prelucreze decât şiruri de cifre binare care pot fi modelate fizic prin impulsuri de curent, cu două niveluri de tensiune, ce corespund celor două cifre binare: 0 şi 1. Prin urmare, datele vor fi codificări binare ale informaţiei existente în exteriorul calculatorului. Dacă, într-o prelucrare manuală, datele sunt reprezentate de obiecte care pot fi manipulate de om (beţişoare, pietricele sau degete), în cazul unei prelucrări automate datele vor fi reprezentate prin obiecte pe care le poate manipula calculatorul, adică şiruri de biţi.

Aşadar, din punct de vedere al unei prelucrări automate a informaţiei, diferenţa dintre dată şi informaţie este:

- ✓ **Informaţia** este un mesaj care înlătură necunoaşterea unui anumit eveniment şi are caracter de noutate. Informaţiile sunt interpretate de oameni.

- ✓ **Data** este reprezentarea informației în interiorul calculatorului. Calculatorul nu înțelege conținutul acestor date, el numai le prelucrează prin operații specifice fiecărui tip de dată. În urma prelucrării datelor, calculatorul poate furniza omului informații.

Pentru a rezolva o anumită sarcină, trebuie să cunoaştem modul în care o putem rezolva. Pentru aceasta, trebuie să găsim o anumită **metodă**, adică un set de paşi pe care trebuie să-i executăm ca să realizăm sarcina. Acest set de paşi formează **algoritmul** pentru rezolvarea problemei respective. Inițial, studiul algoritmilor a fost o disciplină a matematicii prin care se căuta să se găsească un set unic de instrucțiuni prin care să se descrie rezolvarea oricărei probleme dintr-o anumită categorie. Ați învățat deja o parte din acești algoritmi: algoritmul lui Euclid pentru găsirea celui mai mare divizor comun dintre două numere, algoritmul împărțirii unui număr, algoritmul extragerii rădăcinii pătrate dintr-un număr, algoritmul conversiei unui număr reprezentat în baza zece într-un număr reprezentat într-o altă bază de numerație etc. Cu timpul, descrierea metodei de rezolvare a unei probleme cu ajutorul algoritmilor s-a extins şi în alte domenii de activitate.

La fel ca şi omul, şi un calculator, pentru a putea rezolva o anumită sarcină, trebuie să aibă cunoştințe despre modul în care poate să o rezolve, adică să cunoască algoritmul de rezolvare a problemei. Această informație i se transmite calculatorului prin intermediul unui **program**. Deoarece **limbajul natural** (limbajul prin care comunică oamenii) nu este înțeles de calculator, care este construit astfel încât să poată prelucra numai cifre binare, programul prin care i se comunică algoritmul este scris într-un limbaj de programare. **Limbajul de programare** este un **limbaj artificial** care, prin exprimări simbolice (**instrucțiuni**), descrie operațiile de prelucrare pe care trebuie să le execute calculatorul. El îi permite omului să comunice cu calculatorul (să îi dea comenzi pe care să le execute), deoarece fiecare instrucțiune din limbajul de programare va fi tradusă într-un grup de **instrucțiuni maşină** (instrucțiuni în **limbaj maşină**), adică un şir de biți care au o anumită semnificație pentru calculator. Acest limbaj se numeşte limbaj maşină deoarece este propriu fiecărui tip de maşină (calculator) fiind implementat sub formă de circuite electronice în procesor.

Aşadar, o sarcină se poate rezolva cu ajutorul calculatorului numai dacă modul în care se rezolvă poate fi descompus în paşi pentru a putea fi descris cu ajutorul unui algoritm, deoarece calculatorul este o **maşină algoritmică**.

Dezvoltarea prelucrării automate a informațiilor cu ajutorul calculatorului s-a făcut în două direcții:

- ✓ **dezvoltarea echipamentelor** astfel încât acestea să fie capabile să stocheze cât mai multă informație, pe care să o prelucreze cu viteză cât mai mare, folosind algoritmi cât mai complecşi;
- ✓ **găsirea de noi algoritmi**, cât mai performanți, pentru rezolvarea problemelor complexe şi **îmbunătățirea tehnicilor de reprezentare şi comunicare** a lor.

1.2. Informatica

Folosirea calculatorului a dus la apariția unei noi ştiințe şi a unui nou domeniu de activitate: **informatica**.

Informatica reprezintă un complex de discipline prin care se asigură prelucrarea rațională a informațiilor prin intermediul mașinilor automate.

Primul calculator electronic a apărut în anul 1946, ca urmare a unei cereri precise din partea armatei americane, care a fost capabilă să finanțeze un proiect atât de costisitor. Apoi, administrația americană a cumpărat primul calculator non-militar în 1951, pentru recensământul populației. Doi ani mai târziu a fost construit primul calculator destinat unei firme particulare, când General Electric a cumpărat un calculator pentru uzina sa din Louisville. Începând din 1953, firma IBM a început să pătrundă și ea pe piața de calculatoare, prezentându-și calculatoarele în mediile științifice. Astfel, calculatoarele au început să pătrundă și în mediile universitare. Dezvoltarea continuă a echipamentelor electronice de calcul a făcut ca **din 1965 informatica să nu mai fie doar o activitate anexă, ci să devină ea însăși o industrie**. În contextul unei creșteri puternice a pieței, calculatorul a devenit o unealtă folosită în toate domeniile de activitate.

La primele calculatoare electronice programele erau scrise în cod mașină (binar) sau erau cablate sub formă de circuite electronice. Modificarea unui program sau introducerea unuia nou era foarte complicată, deoarece însemna introducerea programului bit cu bit. Din necesitatea rezolvării acestei probleme au apărut primele sisteme de operare și primele limbajele de programare, numite limbaje de nivel înalt. În 1956 limbajul **Fortran**, orientat pe calcule tehnico-științifice, și în 1960 limbajul **Cobol**, orientat pe aplicații economice care folosesc puține operații de calcul, dar care manipulează un volum mare de date. Limbajele de programare s-au dezvoltat continuu pentru a se adapta la noile echipamente hardware, la noile sisteme de operare și la noile cerințe ale utilizatorilor, care însemnau de fapt noi sarcini pe care trebuia să le rezolve calculatorul, adică noi algoritmi orientați pe rezolvarea anumitor probleme. În 1971 a fost creat în universitățile elvețiene limbajul **Pascal**, primul **limbaj structurat** (fiecare prelucrare elementară este considerată ca un bloc, iar blocurile pot fi închise – încapsulate – unele în altele). O dată cu apariția microcalculatoarelor, acest limbaj s-a răspândit foarte mult. Limbajul **Basic** a fost creat în Statele Unite, în 1975, ca un **limbaj interactiv** și nu putea fi folosit decât pe microcalculatoare. El permitea abordarea programării și de către persoane care nu erau specialiste în informatică. În 1971 a fost creat, de firma Bell-Telephone, limbajul **C**, pentru a permite realizarea sistemului de operare Unix. Este un limbaj foarte performant, care posedă atât conceptele limbajelor structurate de nivel înalt, cât și conceptele limbajelor de nivel scăzut, care îi permit accesul la hardware. Programele scrise în limbajele apărute recent au crescut productivitatea programatorilor. Limbajele de nivel înalt au pus bazele **ingineriei programării**.

La începutul anilor '60, în mediile universitare au început să se formeze departamente pentru cercetarea și studierea calculatoarelor. Cu timpul, a apărut o bogată literatură de specialitate, iar cursurile din domeniul informaticii au început să fie orientate pe subdomenii și să fie gradate pe niveluri de dificultate. Astăzi, informatica este divizată în nouă **subdomenii**:

1. **Algoritmi şi structuri de date.** Studiază metodele prin care se pot obține aplicații care să prelucreze diferite clase de informații, modul în care vor fi reprezentate informațiile care vor fi prelucrate şi metodele de optimizare a paşilor necesari pentru realizarea aplicațiilor. Scopul acestui subdomeniu este de a identifica problemele care pot fi descrise cu ajutorul algoritmilor, de a găsi modul în care trebuie procedat pentru a descoperi algoritmul şi metodele de analiză şi comparare a caracteristicilor algoritmilor pentru a obține algoritmi cât mai eficienți.
2. **Limbaje de programare.** Studiază notațiile (limbajele) prin care vor fi reprezentați algoritmii şi structurile de date, astfel încât aplicația să poată fi prelucrată. Aceste limbaje sunt apropiate limbajului natural şi pot fi uşor traduse în secvențe de comenzi pe care să le înțeleagă calculatorul. Scopul acestui subdomeniu este de a găsi noi tehnici de reprezentare şi comunicare a algoritmilor.
3. **Arhitectura calculatoarelor.** Studiază modul în care sunt organizate diferite componente hardware ale calculatorului şi modul în care sunt conectate pentru a putea obține un sistem eficient, sigur şi util. Scopul acestui subdomeniu este de a obține maşini algoritmice cât mai bune folosind cunoştințele despre algoritmi dobândite şi tehnologia existentă.
4. **Sisteme de operare.** Studiază felul în care trebuie să fie organizate programele care controlează şi coordonează toate operațiile din sistemul de calcul. Scopul acestui subdomeniu este de a face un calculator să rezolve în acelaşi timp mai multe sarcini, fără ca paşii algoritmilor care descriu rezolvarea acestor sarcini să interfereze unii cu alții, iar atunci când este cazul să se poată realiza comunicarea între diverşi algoritmi.
5. **Ingineria programării.** Studiază metodele prin care poate fi automatizată activitatea de proiectare a aplicațiilor, de prelucrare a informațiilor, astfel încât să se obțină programe corecte, eficiente, fără erori şi uşor de exploatat.
6. **Calcule numerice şi simbolice.** Studiază descrierea fenomenelor din lumea reală prin intermediul formulelor matematice, care pot fi manipulate algebric astfel încât să se obțină modele matematice uşor de descris prin algoritmi. Scopul acestui subdomeniu este de a găsi modele matematice care să permită descrierea şi reprezentarea în calculator a fenomenelor complexe, cum sunt: zborul avioanelor, curenții marini, traiectoria sateliților şi a planetelor, mişcarea particulelor etc.
7. **Sisteme de gestiune a bazelor de date.** Studiază modul în care pot fi organizate cantități mari de date ce nu necesită în prelucrare calcule matematice complexe. Este cazul informațiilor prelucrate în procesele economico-sociale, în întreprinderi şi în administrație. Prelucrarea acestor date trebuie să se facă eficient, fără erori, cu asigurarea securității lor.
8. **Inteligența artificială.** Studiază modul în care percepe şi raționează mintea umană cu scopul de a putea fi automatizate aplicații pe care omul le realizează prin metode „inteligente", care sunt dificil de descris cu ajutorul algoritmilor, ca de exemplu înțelegerea unui limbaj, crearea de noi teorii matematice, compunerea muzicii, crearea unei opere de artă, luarea unor decizii în urma evaluării unor situații complexe (stabilirea unui diagnostic în medicină, mutarea pieselor la jocul de şah etc.).

9. **Animație și robotică.** Studiază metodele prin care pot fi generate și prelucrate imaginile și modul în care se poate răspunde unei situații din exterior prin acționarea unui robot.

1.3. Etapele rezolvării unei probleme

Orice prelucrare automată a informațiilor presupune definirea următorului lanț:

Din această cauză, pentru orice rezolvare a unei probleme cu ajutorul calculatorului trebuie parcurse următoarele **etape:**

1. **analiza problemei;**
2. **elaborarea modului de rezolvare a problemei;**
3. **codificarea modului de rezolvare a problemei într-un limbaj de programare;**
4. **testarea programului și corectarea erorilor.**

Analiza problemei. Această etapă constă în formularea enunțului problemei, din care vor rezulta **specificațiile** complete și precise ale programului care va rezolva problema. Aceste specificații trebuie să țină cont de condițiile concrete de realizare a programului. Specificațiile sunt:

- ✓ **Funcția programului**. Prin ea se determină ceea ce urmează să realizeze programul.
- ✓ **Identificarea fluxului de informații.** Aceasta presupune identificarea **informațiilor de intrare** și, respectiv, a **informațiilor de ieșire** care vor fi descrise cu ajutorul **datelor: date de intrare** și, respectiv, **date de ieșire.**

Fiecărui tip de informație îi corespunde un anumit mod de stocare în mediul de memorare, adică un anumit tip de dată. Între datele prelucrate de un program există diferite relații. Modul în care vor fi aranjate aceste date în mediul de memorare depinde de legătura dintre ele.

Elaborarea modului de rezolvare a problemei. Această etapă constă în găsirea metodei prin care să se poată rezolva problema. Ea presupune identificarea **prelucrărilor** care se fac asupra datelor de intrare pentru a obține datele de ieșire. Descrierea acestor prelucrări se face cu ajutorul **algoritmului** de rezolvare a problemei. Această fază este cea mai importantă și cea mai grea, deoarece presupune definirea logică a unei secvențe de operații pe care să le poată executa calculatorul astfel încât să se obțină rezultatele dorite.

Codificarea modului de rezolvare a problemei într-un limbaj de programare. Algoritmul de rezolvare a problemei este transpus într-un limbaj de programare ales în conformitate cu specificul problemei care trebuie rezolvată, pentru a fi comunicat calculatorului.

Testarea programului și corectarea erorilor. Pentru testarea programului se va folosi o mulțime de seturi de date de intrare care trebuie să prevadă toate situațiile care pot să apară în exploatarea curentă a programului. Testarea constă în executarea repetată

a programului pentru fiecare set de date de intrare. Dacă această mulțime de seturi de date nu este aleasă corect, programul nu va fi testat pe toate traseele algoritmului şi în etapa de exploatare pot apărea erori. În această etapă se pun în evidență erorile de sintaxă, erorile de logică şi dacă reprezentarea externă a rezultatelor are aspectul grafic dorit. Erorile de sintaxă apar din scrierea incorectă a instrucțiunilor şi ele vor fi corectate în program. Erorile de logică apar din cauza metodei de rezolvare alese şi ele vor trebui identificate în cadrul algoritmului şi corectate în program.

Aşadar, pentru ca un calculator **să poată produce informații**, trebuie ca, la rândul său, **să primească două categorii de informații**:

- ✓ Descrierea modului în care să realizeze sarcina, adică **algoritmul**, care i se comunică sub forma unui **program**.
- ✓ Informațiile de care are nevoie algoritmul ca să realizeze acea sarcină, care i se comunică sub formă de **date de intrare**.

Studiu de caz

Scop: exemplificarea etapelor de rezolvare a unei probleme.

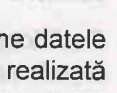
Enunțul problemei: *Fiind date două numere reale a şi b, să se rezolve ecuația de gradul întâi cu aceşti coeficienți: ax+b=0.*

În urma analizei problemei se obține **specificația programului**:

- ✓ **Funcția programului**. Dacă pentru ecuația de gradul întâi ax+b=0 există o soluție reală, se calculează, în caz contrar se afişează un mesaj.
- ✓ **Informațiile de intrare** sunt coeficienții ecuației, iar suportul extern prin care se vor introduce este tastatura. Reprezentarea internă a informației se va face prin **datele de intrare** *a* şi *b*.
- ✓ **Informația de ieşire** va fi soluția ecuației, dacă există, iar dacă nu există, un mesaj. Suportul extern pe care va fi reprezentată informația de ieşire este ecranul monitorului. Reprezentarea internă a soluției ecuației se va face prin **data de ieşire** *x*.

Metoda folosită pentru rezolvarea problemei va fi algoritmul matematic de rezolvare a ecuației de gradul întâi.

Pentru testarea programului se va considera că un set de date de intrare este format de perechea de coeficienți (a;b), iar o mulțime completă de seturi de date de intrare poate fi {(0; 0), (0; 1.5), (2.5; 1.5)}.



1.4. Algoritmul

Datele de intrare sunt supuse unui proces de prelucrare pentru a se obține datele de ieşire. În funcție de rezultatele care se doresc, prelucrarea datelor este realizată după un anumit algoritm.

Algoritmul reprezintă o **mulțime ordonată şi finită de paşi executabili** prin care se defineşte fără echivoc modul în care se poate realiza o anumită sarcină.

Între datele de intrare şi datele de ieşire ale algoritmului există o relaţie bine determinată de însăşi construcţia algoritmului.

În activităţile zilnice întâlnim la tot pasul algoritmi: algoritmul de utilizare a maşinii de spălat rufe sau vase (exprimat prin setul de instrucţiuni din cartea tehnică a maşinii sau de pe capacul maşinii de spălat), algoritmul de înregistrare pe o casetă video (exprimat prin setul de instrucţiuni din cartea tehnică a videorecorderului), algoritmul de interpretare a muzicii (exprimat prin partitură), algoritmul de construire a unui model de avion sau de navă (exprimat prin setul de instrucţiuni care însoţesc piesele care compun modelul), algoritmul de rezolvare a unei probleme matematice (exprimat printr-un set unic de operaţii prin care se descrie modul de rezolvare a oricărei probleme dintr-o categorie de probleme). De fapt, aproape toate acţiunile noastre se desfăşoară după un algoritm bine definit. Un exemplu de algoritm al activităţilor zilnice este o convorbire telefonică:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. *Mergi la telefon.*
Pasul 3. *Ridică microreceptorul telefonului.*
Pasul 4. *Dacă **are ton**, formează numărul de telefon; **altfel, pleacă la vecin şi** mergi la* **Pasul 10.**
Pasul 5. *Dacă **telefonul este ocupat**, închide **telefonul şi mergi la** **Pasul 11;** altfel, aşteaptă să răspundă.*
Pasul 6. *Dacă **nu răspunde**, pune microreceptorul în **furcă şi mergi la** **Pasul 12;** altfel, începi discuţia cu persoana care a răspuns.*
Pasul 7. *Dacă **a răspuns persoana căutată**, mergi la* **Pasul 9;** *altfel, cere să vină la telefon persoana căutată.*
Pasul 8. *Dacă **persoana căutată nu poate să vină la telefon, mergi la** **Pasul 13;** altfel, aşteaptă să vină la telefon.*
Pasul 9. *Discută la telefon cu persoana căutată şi mergi la* **Pasul 13.**
Pasul 10. *Anunţă la serviciul „Deranjamente telefoane" că **ai telefonul defect şi** mergi la* **Pasul 14.**
Pasul 11. *Aşteaptă 15 minute şi mergi la* **Pasul 2.**
Pasul 12. *Aşteaptă 1 oră şi mergi la* **Pasul 2.**
Pasul 13. *Închide telefonul.*
Pasul 14. *Terminat.*

Un exemplu de algoritm matematic este rezolvarea ecuaţiei de gradul întâi:

$$a \times z + b = 0$$

unde **a** şi **b** sunt coeficienţii ecuaţiei şi pot lua orice valori din domeniul numerelor reale, iar **z** reprezintă un număr care se calculează şi care poate lua şi el orice valoare reală, astfel încât să fie îndeplinită relaţia definită prin ecuaţie. Algoritmul de rezolvare a ecuaţiei va prezenta un set unic de operaţii prin care se calculează valoarea lui **z** oricare ar fi valorile pentru **a** şi **b**:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică** valorile pentru **a** şi **b**.*
Pasul 3. ***Compară a=0**. Dacă este adevărat, execută* **Pasul 4;** *altfel, execută* **Pasul 7.**

Pasul 4. *Compară b=0. Dacă este adevărat, execută* **Pasul 5**; *altfel, execută* **Pasul 6.**
Pasul 5. *Comunică mesajul "Ecuația are o infinitate de soluții". Mergi la* **Pasul 9.**
Pasul 6. *Comunică mesajul "Ecuația nu are soluții". Mergi la* **Pasul 9.**
Pasul 7. *Calculează z=-b/a.*
Pasul 8. *Comunică valoarea lui z.*
Pasul 9. *Terminat.*

Numărul de paşi este finit (9 paşi). Toți paşii reprezintă acțiuni care se pot executa: compară, calculează, comunică. O dată definit acest algoritm, paşii lui se vor executa pentru orice valori ale lui **a** şi **b**, deci algoritmul descrie rezolvarea unei probleme generale. La fiecare executare a algoritmului care descrie o problemă generală va fi tratat un caz particular, adică se rezolvă ecuația de gradul întâi pentru valori precizate ale lui **a** şi **b**, ca de exemplu **2×z – 4 = 0** (**a = 2**, **b = –4**) sau **0×z – 4 = 0** (**a = 0**, **b = –4**) sau **0×z – 0 = 0** (**a = 0**, **b = 0**).

Aşadar algoritmii au următoarele **proprietăți**:

- ✓ **Claritatea**. Orice algoritm tebuie să fie precis definit, să prezinte clar toate etapele care trebuie parcurse până la obținerea soluției, fără să formuleze nimic ambiguu.
- ✓ **Finitatea**. Algoritmul trebuie să fie format dintr-un număr finit de paşi, prin executarea cărora să se ajungă la rezolvarea problemei şi obținerea rezultatelor.
- ✓ **Succesiunea determinată a paşilor**. Paşii care compun algoritmul trebuie executați într-o ordine bine determinată. De obicei ei se execută în ordine secvențială (ordinea în care au fost scrişi). În cazul în care apare necesitatea schimbării acestei ordini, trebuie să se precizeze clar pasul care urmează să fie executat.
- ✓ **Universalitatea**. Algoritmul trebuie să permită rezolvarea unei clase de probleme, care sunt de acelaşi tip şi care diferă între ele numai prin datele de intrare. El trebuie să ofere posibilitatea de a rezolva orice problemă din acea clasă de probleme.
- ✓ **Realizabilitatea**. Paşii care compun algoritmul trebuie să reprezinte operații care se pot executa cu resursele disponibile.
- ✓ **Eficiența**. Operațiile care compun algoritmul trebuie alese astfel încât soluția problemei să fie obținută după un număr minim de paşi, cu precizia prestabilită sau cu o precizie satisfăcătoare.

Evaluare

Răspundeți:

1. Ce este un algoritm? Ce sunt paşii algoritmului?
2. Determinați algoritmul pentru prepararea unui ceai. Identificați proprietățile algoritmului, în acest exemplu.
3. Citiți o rețetă din cartea de bucate. Determinați algoritmul pentru prepararea produsului culinar.
4. Dați patru exemple de probleme a căror rezolvare nu poate fi descrisă cu ajutorul algoritmului şi patru exemple de probleme a căror rezolvare poate fi descrisă cu ajutorul algoritmului.

5. Prin definiție, calculatorul este o unealtă care ajută omul să execute mai bine şi mai uşor unele sarcini. Ce gen de sarcini poate executa calculatorul? În ce domenii poate fi folosit calculatorul pentru a ajuta oamenii pentru realizarea acestor sarcini?
6. De ce calculatorul este o maşină care prelucrează informația? Enumerați patru motive care să justifice acest răspuns.
7. Aplicațiile care presupun calcule complexe executate repetat, precum şi cele care necesită alcătuirea de tabele, au constituit motivația apariției şi dezvoltării calculatoarelor. Dați un exemplu pentru fiecare dintre aceste aplicații şi explicați cât de greu i-ar fi omului să execute aceste operații fără ajutorul unui echipament de calcul electronic. Dați exemple de activități din liceu în care poate fi folosit calculatorul.
8. Ce legături există între calculator şi matematică? Dar între informatică şi matematică? Numiți subdomeniile informaticii în care aceste legături sunt foarte importante.
9. Nu toate aplicațiile de prelucrare a informațiilor pot fi automatizate folosind un calculator. Exemplificați cu trei genuri diferite de aplicații în care folosirea calculatorului este limitată.
10. Dați două exemple în care executarea unei aplicații cu ajutorul calculatorului devine mai dificilă decât executarea ei manuală.

Alegeți:

1. Algoritmul prin care s-a descris rezolvarea ecuației de gradul întâi foloseşte paşi prin care se execută operații de comunicare, comparație şi calcul. Această proprietate a algoritmului se numeşte:
   a) claritate b) realizabilitate c) eficiență
2. Algoritmul prin care s-a descris rezolvarea ecuației de gradul întâi permite obținerea soluțiilor pentru orice combinație de valori ale coeficienților *a* şi *b*. Această proprietate a algoritmului se numeşte:
   a) finitate b) claritate c) universalitate

Rezolvați:

1. Se consideră următorul enunț: *Fiind dat un număr **a** care reprezintă lungimea laturii unui pătrat, să se calculeze perimetrul, aria şi diagonala pătratului.* Descrieți etapele de rezolvare a acestei probleme cu ajutorul calculatorului.
2. Se consideră următorul enunț: *Fiind date trei numere **a, b** şi **c** să se verifice dacă pot reprezenta lungimile laturilor unui triunghi şi, în caz afirmativ, să se calculeze aria triunghiului.* Descrieți etapele de rezolvare a acestei probleme cu ajutorul calculatorului.
3. Se consideră următorul enunț: *Fiind date trei numere **a, b** şi **c** să se verifice dacă ele pot forma o progresie geometrică.* Descrieți etapele de rezolvare a acestei probleme cu ajutorul calculatorului.

2. Datele

2.1. Definiția datelor

Datele sunt obiecte prelucrate de algoritm.

> **Data** este un model de reprezentare a informației, accesibil calculatorului, cu care se poate opera pentru a obține noi informații.

Din punct de vedere logic, data este definită printr-o tripletă:

data elementară = (identificator, valoare, atribute)

Identificatorul datei

Identificatorul datei este un nume format din unul sau mai multe caractere şi este atribuit unei date de către cel care defineşte data, pentru a o putea distinge de alte date şi pentru a putea face referiri la ea în procesul de prelucrare a datelor. De exemplu *alfa*, *a11* sau *b1_1*.

Fiecare limbaj de programare are implementat diferit conceptul de identificator al datei, practicând constrângeri pentru:

- ✓ **numărul maxim de caractere din nume** (de exemplu, 10 caractere în cazul limbajului programare Visual Basic şi 64 de caractere în cazul limbajului de programare Pascal),
- ✓ **caracterele acceptate în nume** (de exemplu, majoritatea limbajelor de programare nu acceptă în nume decât cifre, litere şi caracterul linie de subliniere), şi
- ✓ **caracterul care poate fi folosit la începutul numelui** (de exemplu, marea majoritate a limbajelor de programare nu acceptă ca numele unei date să înceapă cu o cifră).

De aceea, atunci când învățați să definiți şi să manipulați date folosind un anumit limbaj de programare, trebuie să aflați ce constrângeri există pentru identificatorul datei.

Valoarea datei

Valoarea datei reprezintă conținutul zonei de memorie în care este stocată data. Se defineşte ca **domeniu de definiție al datei** mulțimea valorilor pe care le poate lua data în procesul de prelucrare.

Atributele datei

Atributele sunt proprietăți ale datelor care determină modul în care sistemul va trata datele. Cel mai important atribut este **tipul datei**.

Tipul datei defineşte apartenenţa datei la o anumită clasă de date, căreia îi corespunde un anumit model de reprezentare internă.

Indiferent de tipul de date ales, reprezentarea datei în memoria calculatorului se face printr-un şir de biţi. Pentru a realiza această reprezentare, fiecare limbaj de programare are implementaţi **algoritmi de codificare** care asigură corespondenţa dintre tipul de dată şi şirul de biţi, atât la scrierea datelor, cât şi la citirea lor.

Aşadar, **orice sistem care prelucrează informaţia sub formă de date trebuie să aibă definit clar conceptul de dată.** Definirea conceptului de dată implică definirea următoarelor elemente:

- ✓ cum poate fi identificată data?
- ✓ cum va fi reprezentată data în memoria calculatorului?
- ✓ ce proprietăţi are data?
- ✓ cum pot fi grupate datele în colecţii de date?

2.1.1. Clasificarea datelor

Clasificarea datelor se poate face folosind mai multe **criterii:**

1. În funcţie de momentul în care se produc în **fluxul de informaţie:**
   - ✓ date de intrare;
   - ✓ date intermediare;
   - ✓ date de ieşire.
2. În funcţie de **valoare:**
   - ✓ date variabile;
   - ✓ date constante.
3. În funcţie de **modul de compunere:**
   - ✓ date elementare;
   - ✓ structuri de date.
4. În funcţie de **tip:**
   - ✓ date numerice;
   - ✓ date logice;
   - ✓ date şiruri de caractere.

Clasificarea în funcţie de momentul în care se produc

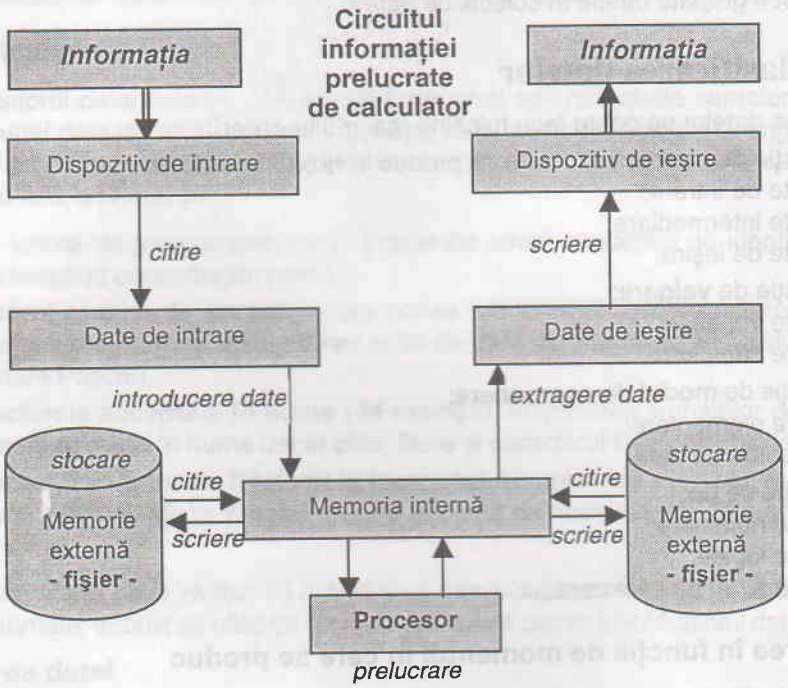
Datele se clasifică în:

- ✓ **Date de intrare**. Ele reprezintă datele care urmează să fie prelucrate în cadrul algoritmului. Sunt folosite pentru a descrie diverse evenimente şi sunt informaţii produse în urma realizării unui eveniment, adică evaluări neprelucrate ale acelui eveniment. De exemplu, pot fi date de intrare notele unui elev. Pentru a putea fi prelucrate de procesor, datele sunt introduse în memoria internă a calculatorului. Introducerea datelor se face prin intermediul unor echipamente speci-

alizate în **citirea** informației, numite **dispozitive de intrare** (tastatură, scanner, creion optic etc.). **Dispozitivul standard de intrare este *tastatura*.**

- ✓ **Date de ieşire**. Ele sunt folosite pentru a descrie rezultatele obținute în urma prelucrărilor din cadrul algoritmului şi furnizează informațiile pentru care a fost realizat algoritmul, ca de exemplu mediile semestriale şi anuale ale elevului. Datele de ieşire sunt produse de procesor în urma operației de prelucrare şi sunt depuse în memoria internă. Pentru a fi vizualizate de om, ele sunt extrase din memoria internă prin intermediul unor echipamente specializate în **scrierea** informației, numite **dispozitive de ieşire** (ecran, imprimantă etc.). **Dispozitivul standard de ieşire este *ecranul*.**
- ✓ **Date intermediare** sau **de manevră**. Ele sunt folosite în cadrul algoritmului pentru realizarea unor prelucrări.

În vederea prelucrării, datele pot fi păstrate temporar în memoria internă sau în memoria externă (discul flexibil, hard-discul, discul compact etc.). Operația se numeşte **stocarea** datelor.



În memoria externă datele sunt păstrate în fişiere. **Un fişier este o colecție de date organizate ca o singură unitate.** Dacă datele sunt păstrate în **fişiere**, ele vor putea fi folosite ulterior ca date de intrare într-un alt algoritm.

Aşadar, orice rezolvare de problemă începe prin definirea datelor, continuă cu prelucrarea lor în conformitate cu algoritmul folosit şi se termină fie cu afişarea valorii lor, fie cu stocarea lor pe un mediu de memorare în vederea prelucrării lor ulterior.

Studiu de caz

Scop: exemplificarea tipurilor de date care pot să apară într-un algoritm.

Enunțul problemei: *Să se calculeze media aritmetică a* **n** *numere întregi introduse de la tastatură.*

În urma analizei problemei se obține **specificația programului:**

- ✓ **Funcția programului**. Se calculează suma numerelor introduse de la tastatură și se împarte la numărul de elemente *n*.
- ✓ **Informațiile de intrare** sunt: numărul de elemente ale mulțimii de numere și numerele care se citesc. Reprezentarea internă a informației se va face prin **datele de intrare**: ***n*** pentru numărul de numere și ***a*** pentru un număr citit curent.
- ✓ Pentru operațiile executate în cadrul algoritmului **se vor folosi datele intermediare *suma*** în care se calculează suma numerelor introduse de la tastatură, prin intermediul datei de intrare *a*, și ***i*** prin care se numără câte numere s-au introdus de la tastatură la un moment dat. Data **intermediară** *i* este necesară pentru a afla când se termină procesul de introducere a celor *n* numere de la tastatură, având funcția unui contor. Valoarea **inițială** a sumei și a contorului (înainte de a se citi primul număr) este *0*.
- ✓ **Informația de ieșire** va fi media aritmetică a celor *n* numere. Reprezentarea internă a mediei aritmetice se va face prin **data de ieșire *media*** a cărei valoare se calculează prin împărțirea sumei calculate cu ajutorul datei intermediare *suma* la numărul de elemente memorat în **data de intrare** *n*.

Așadar, datele folosite pentru rezolvarea acestei **probleme sunt**:

- ✓ **Date de intrare**: *n* și *a*.
- ✓ **Date intermediare**: *suma* și *i*.
- ✓ **Date de ieșire**: *media*.

iar algoritmul de rezolvare a problemei va prezenta **un set unic de operații** prin care se calculează valoarea mediei, oricare ar fi **numărul de numere și valorile lor**:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică*** *valoarea pentru* ***n.***
Pasul 3. ***Atribuie*** *valorile inițiale datelor* ***suma și i: suma=0 și i=0.***
Pasul 4. ***Compară i≤n****. Dacă este adevărat, execută* **Pasul 5**; *altfel, execută* **Pasul 8.**
Pasul 5. ***Comunică*** *valoarea pentru* ***a.***
Pasul 6. ***Calculează suma=suma+a*** *(adună la* ***sumă*** *noua valoare a lui* ***a).***
Pasul 7. ***Calculează i=i+1*** *(crește contorul* ***i cu 1 deoarece*** *s-a mai citit un număr* ***a).***
Mergi la **Pasul 4.**
Pasul 8. ***Calculează media=suma/n.***
Pasul 9. ***Comunică*** *valoarea datei* ***media.***
Pasul 10. *Terminat.*

Observații:

1. Pașii care conțin acțiuni de comunicare folosesc numai date de intrare și de ieșire, nu și date intermediare. Datele intermediare apar numai în pași care conțin acțiuni de calcul, de atribuire sau de comparare.
2. Valoarea datelor de ieșire se calculează în cadrul algoritmului și se comunică printr-o operație de scriere. Pentru calcularea datelor de ieșire se folosesc date de intrare și/sau date intermediare. Aceste date trebuie să aibă o valoare înainte de a fi folosite în pașii care conțin acțiuni de calcul. Valoarea datelor de intrare este comunicată prin operația de citire de la tastatură. Datelor intermediare li se atribuie o valoare inițială în cadrul algoritmului.
3. **Orice nouă operație de citire executată cu o dată de intrare distruge vechea valoare memorată în dată.**

Clasificarea în funcție de valoare

Datele se clasifică în:

- ✓ **Date variabile** sau **variabile de memorie.** Pe parcursul procesului de prelucrare, valoarea acestor date se poate modifica, în limitele domeniului de definiție. În timpul execuției programului ele pot avea o valoare inițială, mai multe valori intermediare și o valoare finală. În exemplul precedent pentru calcularea mediei a *n* numere introduse de la tastatură, data *suma* are o valoare inițială *0*, mai multe valori intermediare, câte una pentru fiecare operație de citire a unui număr *a*, și o valoare finală, obținută după ce s-au citit toate cele *n* numere.
- ✓ **Date constante** sau **constante.** Pe tot parcursul procesului de prelucrare, data își va păstra aceeași valoare din domeniul de definiție al datei.

Studiu de caz

Scop: exemplificarea tipurilor de date care pot să apară într-un algoritm.

Enunțul problemei 1: *Să se calculeze aria pentru* n *cercuri, fiecare cerc având o rază precizată* r.

În urma analizei problemei se obține **specificația programului:**

- ✓ **Funcția programului.** Se calculează aria pentru *n* cercuri folosind formula matematică $aria=\pi \times r^2$, unde *r* este raza unuia dintre cele *n* cercuri.
- ✓ **Informațiile de intrare** sunt: numărul de cercuri, razele cercurilor și valoarea numărului π. Reprezentarea internă a informației se va face prin **datele de intrare:** ***n*** pentru numărul de cercuri, ***r*** pentru raza unui cerc, și ***pi*** pentru numărul π.
- ✓ Pentru operațiile executate în cadrul algoritmului se va folosi **data intermediară** *i* care reprezintă numărul cercului pentru care se calculează aria. Această dată intermediară este necesară pentru a afla când se termină procesul de calculare a ariei celor *n* cercuri și are valoarea inițială *0* (nu s-a calculat aria nici unui cerc).

✓ **Informaţiile de ieşire** vor fi ariile celor *n* cercuri. Reprezentarea internă a ariei se va face prin **data de ieşire** *aria* a cărei valoare se calculează prin formula matematică. $aria=\pi \times r^2$.

Algoritmul de rezolvare a problemei va prezenta un set unic de operaţii prin care se calculează valoarea ariei, oricare ar fi numărul de cercuri şi valoarea razelor lor:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică*** *valoarea pentru* ***n***.
Pasul 3. ***Atribuie*** *valoarea iniţială contorului* ***i: i=0.***
Pasul 4. ***Compară*** $i \leq n$. *Dacă este adevărat, execută* **Pasul 5**; ***altfel, execută*** **Pasul 9**.
Pasul 5. ***Comunică*** *valoarea pentru* ***r***.
Pasul 6. ***Calculează aria=pi×r²***.
Pasul 7. ***Comunică*** *valoarea* ***ariei*** *pentru cercul* ***i***.
Pasul 8. ***Calculează i=i+1*** *(creşte contorul* ***i*** *cu 1 deoarece* ***s-a citit raza unui cerc r)***.
Mergi la **Pasul 4**.
Pasul 9. *Terminat.*

Datele *n*, *i*, *arie* şi *r* sunt date variabile. Valoarea datei *n* se modifică pentru fiecare execuţie a algoritmului (corespunde valorii introduse de la tastatură). Valoarea datelor *i*, *r* şi *aria* se modifică în funcţie de numărul cercului pentru care se citeşte raza şi se calculează aria în timpul execuţiei algoritmului. Data ***pi*** este o dată constantă. Indiferent de datele de intrare cu care se execută algoritmul, valoarea ei este aceeaşi şi corespunde valorii numărului π.

Enunţul problemei 2: *Să se afişeze numerele pare care au două cifre.*

În urma analizei problemei se obţine **specificaţia programului:**

✓ **Funcţia programului**. Se generează numerele pare dintr-un interval $[a,b]$.

✓ **Informaţiile de intrare** sunt limitele intervalului. Deoarece din enunţul problemei rezultă că ***a=10*** (primul număr par cu două cifre) şi ***b=98*** (ultimul număr par cu două cifre), reprezentarea internă a informaţiei se va face prin **datele de intrare constante**: *10* şi *98*. Deoarece aceste date au valori constante, ele nu trebuie citite de la tastatură.

✓ **Informaţia de ieşire** vor fi numerele pare din intervalul precizat. Reprezentarea internă a unui număr par se va face prin **data de ieşire *n*** a cărei valoare se calculează prin incrementarea cu *2* a valorii anterioare: ***n=n+2***.

Algoritmul de rezolvare a problemei va fi:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Atribuie*** *valoarea iniţială numărului* ***n: n=10.***
Pasul 3. ***Compară*** $n \leq 98$. *Dacă este adevărat execută* **Pasul 4**, *altfel execută* **Pasul 6**.
Pasul 4. ***Calculează n=n+2.***
Pasul 5. ***Comunică*** *valoarea lui* ***n***. *Mergi la* **Pasul 3**.
Pasul 6. *Terminat.*

Clasificarea în funcție de modul de compunere

Datele se clasifică în:

- ✓ **Date simple** sau **date elementare**. Sunt date independente unele de altele din punct de vedere al reprezentării lor în memorie. Chiar dacă ele pot depinde din punct de vedere logic (valoarea unei date este dependentă de valoarea altei date), ele nu depind din punct de vedere fizic (localizarea unei date pe suportul de memorare nu se face în funcție de locația unei alte date pe suport). În calculul ariei unui cerc, datele *n*, *i*, *r* și *aria* sunt date elementare.
- ✓ **Date compuse** sau **structuri de date**. Sunt colecții de date între care există anumite relații. Fiecare componentă a structurii are o anumită poziție în cadrul structurii, iar toate componentele formează un întreg, astfel încât prelucrarea se poate face atât la nivelul structurii de date (care poate fi considerată o entitate de sine stătătoare), cât și la nivelul fiecărei componente. Pentru fiecare tip de structură de date în limbajul de programare trebuie să fie definiți algoritmi de localizare a componentelor în cadrul structurii de date. Între componentele structurii există și legături de conținut, adică întregul ansamblu de date din colecție poate caracteriza un obiect, o persoană, un fenomen, un proces etc. De exemplu, o colecție cu 12 elemente în care se memorează valorile lunare ale unui contor electric. Structura de date caracterizează în acest caz un proces: consumul lunar de energie electrică. Așadar orice obiect, proces sau fenomen din lumea reală poate fi caracterizat printr-o listă de **proprietăți**. Valorile proprietăților din listă pot fi reprezentate în calculator (lumea virtuală) sub forma unei colecții de date.

Să ne închipuim că într-un algoritm trebuie reprezentată o clasă: profesorul și cei *n* elevi. Ei reprezintă datele pe care le prelucrează algoritmul. Profesorului îi va corespunde o dată elementară, iar grupului de elevi o structură de date. Locul ocupat în clasă de fiecare dintre ei reprezintă zona de memorie alocată datei: catedra este zona de memorie alocată profesorului, iar grupul de bănci, zona de memorie alocată elevilor. Cele două zone sunt independente. În schimb, în cadrul zonei de bănci (zona de memorie a structurii de date), fiecărui element de structură (elevul) i se alocă un loc într-o bancă, poziția sa putând fi identificată după numărul băncii. Dacă pentru grupul de elevi nu s-ar folosi o structură de date, ci date elementare, fiecărei date elementare va trebui să îi dăm un nume, iar algoritmul ar fi foarte greu de scris. În primul rând nu știm câte date elementare să folosim pentru elevi. Algoritmul trebuie să fie general, deci să funcționeze și pentru o clasă cu 25 de elevi, dar și pentru o clasă cu 30 de elevi. În timpul anului școlar, poate să vină în clasă un elev nou sau poate să plece din clasă un elev. Ce se întâmplă în acest caz cu datele elementare, deoarece la o execuție a algoritmului, atunci când vine un elev nou în clasă ar trebui să apară o nouă dată elementară, iar la o altă execuție a algoritmului, atunci când pleacă un elev din clasă, trebuie să dispară o dată elementară? Soluția este de a folosi o colecție de date. Colecția va avea atâtea elemente câte bănci sunt în clasă. Se va folosi un singur nume de dată care se va atribui colecției, fiecare element identificându-se apoi după numărul băncii.

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului de compunere a datelor.

Enunțul problemei 1: *Să se calculeze media aritmetică a* n *numere introduse de la tastatură.*

Enunțul problemei 2: *Se introduc* n *numere de la tastatură. Să se afişeze aceste numere ordonate crescător.*

Pentru problema 1 se pot folosi numai date elementare, deoarece, după citirea unui număr prin intermediul datei *a*, el se prelucrează imediat (se adună la sumă) şi variabila de memorie va putea fi refolosită apoi pentru citirea unui alt număr.

Pentru problema 2 nu se poate folosi decât o colecție de date, deoarece, pentru aranjarea într-o anumită ordine a celor *n* numere citite de la tastatură trebuie să se păstreze în memorie toate aceste date pentru a se putea compara între ele în vederea ordonării.

2.1.2. Tipul datei

Tipul datei determină:
- ✓ **dimensiunea zonei de memorie** alocate datei (se măsoară în octeți);
- ✓ **operatorii** care pot fi aplicați pe acea dată;
- ✓ modul în care data este **reprezentată în memoria internă** (metoda de codificare în binar a valorii datei).

Tipul datei este definit prin dubletul **(V, O)**, unde:
V = domeniul de definiție intern al datei;
O = mulțimea operatorilor care se pot aplica pe mulțimea de valori ale datei.

Limbajele de programare acceptă următoarele **tipuri de date**:

- tipul numeric
- tipul logic
- tipul şir de caractere

Tipul numeric

Tipul numeric a fost implementat pentru reprezentarea numerelor întregi sau cu zecimale, pozitive sau negative, şi pentru a realiza majoritatea operațiilor matematice întâlnite în practică. Pentru tipul numeric există subtipurile **real** şi **întreg**.

Deci: **V** = **R** (mulțimea numerelor reale) sau **I** (mulțimea numerelor întregi)
$O = \mathcal{M}^1 \cup \mathcal{K}^2$

---

[1] Mulțimea operatorilor matematici.
[2] Mulțimea operatorilor relaționali (de comparare).

Constantele de tip numeric se reprezintă prin numere cu semn sau fără semn, folosindu-se punctul pentru separarea părții întregi de partea zecimală: 2; -0.15; 3.175; 20.0.

Tipul logic

Tipul logic sau boolean a fost implementat pentru reprezentarea datelor care nu pot lua decât două valori: adevărat (*true*), pe care o notăm cu *T*, sau fals (*false*), pe care o notăm cu *F*.

Deci: $V = L$ (mulțimea valorilor logice) = {*T*, *F*}
$O = \mathcal{L}^3$

Tipul şir de caractere

Tipul şir de caractere a fost implementat pentru reprezentarea unei mulțimi ordonate de caractere care este tratată ca un tot unitar.

Deci: $V = \{P_C\}$ (mulțimea părților mulțimii C^4)
$O = R \cup C^5$

În memoria internă, fiecare caracter din şir se reprezintă prin codul său ASCII. Constantele de tip şir de caractere se specifică prin mulțimea ordonată de caractere care compun şirul, delimitată, în funcție de limbajul de programare, de anumite semne speciale: apostrofuri ('Buna ziua') sau ghilimele ("Buna ziua").

alfa ⟶ identificator de dată elementară

"alfa' }
'alfa" } ⟶ construcții greşite

"alfa" }
'alfa' }
"500" } ⟶ constante de tip şir de caractere
'500' }

500 ⟶ constantă de tip numeric

Constanta de tip numeric 500 este diferită de constanta de tip şir de caractere "500" atât din punct de vedere al modului de reprezentare în memoria internă a calculatorului, cât şi din punct de vedere al operatorilor acceptați. De exemplu, asupra constantei numerice se pot aplica operatori matematici şi relaționali, iar asupra constantei de tip şir de caractere operatori de concatenare şi relaționali. Constanta de tip numeric este reprezentată în memoria internă prin conversia în binar a numărului, iar constanta de tip şir de caractere este reprezentată prin conversia fiecărui caracter din şir în 8 cifre binare corespunzătoare codului ASCII al caracterului respectiv.

---

[3] Mulțimea operatorilor logici.
[4] Mulțimea caracterelor care este formată din litere, cifre şi semne speciale.
[5] Mulțimea operatorilor de concatenare.

2.2. Operatorii

Operatorii sunt caractere speciale (*, /, >, = etc.) sau cuvinte cheie[6] (**mod, and** etc.) prin intermediul cărora se reprezintă operațiile care se efectuează în cadrul unui algoritm. Fiecare limbaj de programare are implementat propriul set de operatori. În acest capitol vor fi prezentați operatorii care se folosesc în cadrul unui algoritm.

Asupra operanzilor dintr-o expresie puteți aplica următorii operatori:

- **operatorul de atribuire,**
- **operatorii matematici,**
- **operatorul de concatenare a șirurilor de caractere,**
- **operatorii relaționali,**
- **operatorii logici.**

Operatorii pot fi aplicați numai pe anumite tipuri de operanzi, producând rezultate de un anumit tip. Dacă notăm cu a și b operanzii asupra cărora se aplică operatorul, cu ☼ operatorul și cu c rezultatul:

$$a \text{ ☼ } b = c$$

atunci relația între a, b, ☼ și c este dată de următorul tabel:

Tipul operanzilor *a* și *b*	Tipul operatorului ☼	Tipul rezultatului *c*
numeric	matematic ($\mathcal{M}$)	numeric
numeric	relațional ($\mathcal{R}$)	logic
șir de caractere	concatenare ($\mathcal{C}$)	șir de caractere
șir de caractere	relațional ($\mathcal{R}$)	logic
logic	logic ($\mathcal{L}$)	logic

Operatorii matematici

$\mathcal{M}$ = {+, -, *, /, **|^[7], mod, div}

Se aplică pe date de tip numeric și furnizează un rezultat de tip numeric.

Operator	Semnificație	Exemplu
+ (adunare)	Adună matematic cei doi operanzi.	5+2=7
- (scădere)	Scade al doilea operand din primul operand.	7-3=4
/ (împărțire reală)	Împarte primul operand la al doilea operand.	7/2=3.5
* (înmulțire)	Înmulțește cei doi operanzi.	2*4=8
**|^ (ridicare la putere)	Ridică primul operand la puterea furnizată de cel de al doilea operand.	2**3=8

[6] Cuvinte rezervate, care nu mai pot fi folosite ca identificatori pentru date, deoarece ele au un înțeles bine stabilit pentru limbajul de programare.

[7] **Convenție de notare:** Semnul | plasat între două elemente are semnificația **conjuncției** *sau*, adică pentru operația de ridicare la putere pot fi folosite simbolurile ** *sau* simbolul ^.

Operator	Semnificație	Exemplu
mod (modulo)	Calculează restul împărțirii primului operand la al doilea operand.	19 mod 4=3
div (împărțire întreagă)	Calculează câtul împărțirii primului operand la al doilea operand.	19 div 4=4

Operatorii relaționali (de comparație)

$\mathcal{R}=\{>, >=, <, <=, =, \#|<>\}$

Se aplică pe operanzi de tip numeric sau de tip şir de caractere şi furnizează un rezultat de tip logic.

Operator	Semnificație	Exemplu
= (egalitate)	Rezultatul este *T* dacă cei doi operanzi sunt egali.	(5=5)=*T* (5=7)=*F*
<>|# (diferit)	Rezultatul este *T* dacă cei doi operanzi sunt diferiți.	(5<>5)=*F* (5<>7)=*T*
< (mai mic)	Rezultatul este *T* dacă primul operand este mai mic decât al doilea operand.	(5<7)=*T* (7<5)=*F*
> (mai mare)	Rezultatul este *T* dacă primul operand este mai mare decât al doilea operand.	(7>5)=*T* (5>7)=*F*
<= (mai mic sau egal)	Rezultatul este *T* dacă primul operand este mai mic sau cel mult egal față de al doilea operand.	(5<=5)=*T* (7<=5)=*F*
>= (mai mare sau egal)	Rezultatul este *T* dacă primul operand este mai mare sau cel mult egal față de al doilea operand.	(7>=5)=*T* (5>=7)=*F*

Un operator relațional aplicat pe două şiruri de caractere realizează compararea celor două şiruri de caractere.

Compararea a două caractere este posibilă prin compararea numerică a codurilor ASCII ale celor două caractere. Astfel, codul ASCII al caracterului **d** este 100, iar al caracterului **D** este 68. Deci, caracterul **d** este mai mare decât caracterul **D**. Pentru compararea celor două caractere se va scrie "d">"D" iar în urma executării operației de comparare se va produce rezultatul *T* deoarece operația de comparare se execută între cele două valori numerice (100>68).

Compararea a două şiruri de caractere se face prin compararea codului ASCII al caracterelor din aceeaşi poziție a fiecărui şir. Dacă cele două şiruri nu au aceeaşi lungime, şirul cu lungime mai mică este completat la sfârşit, până la egalarea lungimilor, cu caracterul care are codul ASCII 0. Operația de comparare începe cu prima poziție din şir şi continuă cu următoarele poziții numai dacă pozițiile anterioare sunt identice în ambele şiruri. De exemplu, şirul de caractere **Idee** este mai mare decât şirul de caractere **IDEE** deoarece în poziția a doua caracterele din cele două şiruri nu mai sunt identice, iar codul ASCII al caracterului **d** este mai mare decât codul ASCII al caracterului **D**. Operația de comparare se opreşte după cel de al doilea caracter şi nu mai contează codurile caracterelor din pozițiile urmă-

toare. Pentru compararea celor două şiruri de caractere se va scrie "Idee">"IDEE" iar în urma executării operaţiei de comparare se va produce rezultatul *T*.

Operatorul de concatenare

$\mathcal{C}$ = {+}

Se aplică pe operanzi de tip şir de caractere şi furnizează un rezultat de tip şir de caractere.

Operator	Semnificaţie	Exemplu
+ (concatenare)	Reuneşte două şiruri de caractere într-un singur şir de caractere.	"Buna "+"ziua"= "Buna ziua"

Operatorii logici

$\mathcal{L}$ = {and, or, not}

Se aplică numai pe operanzi de tip logic şi furnizează un rezultat de tip logic.

Operator	Semnificaţie	*a*	not *a*
not (negare)	Schimbă valoarea unui operand cu complementul său: *T* cu *F* şi *F* cu *T*.	*T*	*F*
		F	*T*

Operator	Semnificaţie	*a*	*b*	*a* and *b*	*a* or *b*
and („şi" logic)	Rezultatul este *T* dacă ambii operanzi au valoarea *T*, altfel este *F*.	*T*	*T*	*T*	*T*
		T	*F*	*F*	*T*
or („sau" logic)	Rezultatul este *T* dacă cel puţin unul dintre operanzi are valoarea *T*, altfel este *F*.	*F*	*T*	*F*	*T*
		F	*F*	*F*	*F*

Operatorii logici sunt foarte utili atunci când construiţi expresii logice care descriu anumite condiţii ce vor fi testate, urmând ca în funcţie de rezultat să se execute anumite operaţii. Dacă expresiile logice sunt prea complexe, le puteţi simplifica folosind următoarele relaţii:

not (a and b) = (not a) or (not b)
not (a or b) = (not a) and (not b)

Operatorul de atribuire

Prin acest operator puteţi atribui o anumită valoare unei date:

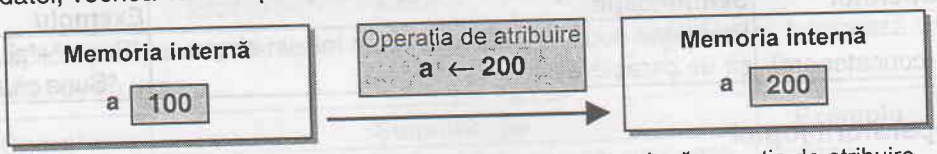
nume ← expresie

Operaţia de atribuire se desfăşoară în două etape: mai întâi se evaluează expresia după care valoarea obţinută se atribuie datei identificată prin *nume*. Rezultatul evaluării expresiei trebuie să fie de acelaşi tip cu data identificată prin *nume*.

Exemplu	Semnificaţie
n ←100	Datei de tip numeric *n* i se atribuie valoarea 100.

Exemplu	Semnificație
n ← n+200	Se evaluează expresia adunându-se 200 la valoarea datei *n*. Valoarea obținută în urma evaluării este 300 și se atribuie ca valoare nouă datei *n*.
text ← "șir de caractere"	Datei de tip șir de caractere *text* i se atribuie valoarea "șir de caractere".

Prin operația de atribuire, în zona de memorie alocată datei, se scrie noua valoare a datei, vechea valoare pierzându-se.



înainte de operația de atribuire — după operația de atribuire

Dacă vreți să păstrați și vechea valoare, va trebui ca, înainte de operația de atribuire, să **o salvați prin copiere** într-o altă variabilă de memorie de același tip. Copierea se face și ea tot printr-o operație de atribuire.

înaintea operațiilor de atribuire	x 10	y
y ← x	x 10	y 10
x ← 20	x 20	y 10

Observație: Operația de atribuire se mai folosește în cadrul unui algoritm pentru executarea următoarelor operații:

- ✓ **inițializarea** valorii unor variabile de memorie și
- ✓ **calculul iterativ** al valorii unor variabile de memorie.

Calculul iterativ al valorii unei variabile de memorie înseamnă să-i atribuiți acelei variabile de memorie valoarea unei expresii în care unul dintre operanzi este chiar numele acelei variabile de memorie. Tipurile de variabile de memorie cel mai des folosite (din punct de vedere al informației pe care o reprezintă) sunt:

- ✓ **Contorul** sau **numărătorul**. Este o variabilă de memorie care se folosește pentru a număra anumite cazuri care pot să apară. Înainte de a începe numărătoarea, contorul se inițializează cu valoarea 0 (nu a fost evidențiat încă nici un caz). În timpul procesului de prelucrare, atunci când se întâlnește un caz, valoarea contorului se calculează iterativ prin **incrementare** cu 1 (se crește valoarea contorului cu 1). De exemplu, dacă folosim variabila de memorie **k** pentru contor, **inițializarea** sa se va face cu operația de atribuire: **k ← 0**, iar **calculul iterativ** cu operația de atribuire: **k ← k+1**.
- ✓ **Suma**. Este o variabilă de memorie care se folosește pentru calculul iterativ al unei sume (adunarea la valoarea anterioară a unei noi valori). Înainte de a începe calcularea ei, suma se inițializează cu valoarea 0 (elementul neutru pentru operația de adunare, și înseamnă că nu a fost adunată nici o valoare la sumă). De exemplu, dacă folosim variabila de memorie **s** pentru a calcula suma mai

multor valori citite de la tastatură prin intermediul unei **variabile de memorie a**, **inițializarea** sumei se face cu operația de atribuire **s ← 0**, iar **calculul iterativ** cu operația de atribuire: **s ← s+a**.

✓ **Produsul**. Este o variabilă de memorie care se folosește pentru calculul iterativ al unui produs (înmulțirea valorii anterioare cu o nouă valoare). Înainte de a începe calcularea lui, produsul se inițializează cu valoarea 1 (elementul neutru pentru operația de înmulțire, și înseamnă că nu a fost înmulțită nici o valoare cu produsul). De exemplu, dacă folosim variabila de memorie **p** pentru a calcula produsul mai multor valori citite de la tastatură prin intermediul unei variabile de memorie **a**, **inițializarea** produsului se face cu operația de atribuire **p ← 1**, iar **calculul iterativ** cu operația de atribuire: **p ← p*a**.

Studiu de caz

Scop. Exemplificarea modului în care folosiți operatorul de atribuire pentru inițializare și calcul iterativ.

Enunțul problemei: *Se introduc* n *numere întregi de la tastatură. Să se numere câte sunt pare și să se calculeze suma și produsul lor.*

În urma analizei problemei se obține **specificația programului:**

✓ **Funcția programului**. Se numără și se calculează suma și produsul numerelor pare dintr-o mulțime de *n* numere întregi. Din enunțul problemei rezultă că în procesul de calcul se folosesc numai numere pare. Pentru a evidenția acest caz (apariția unui număr par în mulțimea de numere citite), se folosește proprietatea numerelor pare: restul împărțirii unui număr par la 2 este 0, care se exprimă prin expresia cu rezultat de tip logic: ***(a mod 2)=0***. Dacă această expresie are valoarea *T*, numărul este par.

✓ **Informațiile de intrare** sunt numărul de elemente ale mulțimii de numere întregi și numerele citite. Reprezentarea internă a informației se va face prin **datele de intrare:** *n* pentru numărul de elemente ale mulțimii și *a* pentru numărul citit curent.

✓ Pentru operațiile executate în cadrul algoritmului, se va folosi **data intermediară** *i* prin care se numără câte numere s-au introdus de la tastatură la un moment dat. Data intermediară *i* este necesară pentru a afla când se termină procesul de citire a celor *n* numere, având funcția unui contor. Valoarea inițială a contorului *i* (înainte de a se citi primul număr) este *0*.

✓ **Informațiile de ieșire** vor fi numărul de numere pare, suma și produsul lor. Reprezentarea lor internă se va face prin **datele de ieșire:** *k* pentru numărul de numere (contorul numerelor pare), *s* pentru suma lor și *p* pentru produsul lor. Valoarea inițială (înainte de a se citi primul număr) a contorului *k* și a sumei *s* este *0*, iar a produsului *p* este 1.

Algoritmul de rezolvare a problemei va fi:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică*** *valoarea pentru* ***n.***
Pasul 3. ***Atribuie*** *valoarea inițială pentru contorul numerelor citite* ***i: i← 0;***
Pasul 4. ***Atribuie*** *valoarea inițială pentru contorul numerelor pare* ***k: k← 0;***
Pasul 5. ***Atribuie*** *valoarea inițială pentru suma numerelor pare* ***s: s← 0;***
Pasul 6. ***Atribuie*** *valoarea inițială pentru produsul numerelor pare* ***p: p← 1;***
Pasul 7. ***Compară i<=n.*** *Dacă este adevărat, execută* **Pasul 8**; *altfel, execută* **Pasul 14.**
Pasul 8. ***Comunică*** *valoarea pent u* ***a.***
Pasul 9. ***Compară (a mod 2)=0.*** *Dacă este adevărat execută* **Pasul 10**, *altfel execută* **Pasul 13.**
Pasul 10. ***Calculează*** *valoarea pentru* ***k: k← k+1;***
Pasul 11. ***Calculează*** *valoarea pentru* ***s: s← s+a;***
Pasul 12. ***Calculează*** *valoarea pentru* ***p: p← p*a;***
Pasul 13. ***Calculează*** *valoarea pentru* ***i: i← i+1.*** *Mergi la* **Pasul 7.**
Pasul 14. ***Comunică*** *valorile pentru* ***k, s, p.***
Pasul 15. *Terminat.*

2.3. Expresiile

Expresia este o combinație validă de operatori și operanzi.

Operanzii pot fi nume de date, constante de tip numeric sau șir de caractere și funcții care în urma eva-luării furnizează un singur rezultat. În funcție de tipul operanzilor și al operatorilor, rezultatul expresiei poate fi de tip numeric, șir de caractere sau logic.

Într-o expresie, operatorii se folosesc într-un anumit scop:

- ✓ **Operatorii matematici** – pentru efectuarea calculelor;
- ✓ **Operatorii relaționali** și **logici** – pentru efectuarea de comparații în vederea luării unor decizii în cadrul algoritmului;
- ✓ **Operatorul de atribuire** – pentru manipularea datelor.

Expresia este validă numai dacă operatorii care leagă operanzii corespund tipului operanzilor pe care îi leagă. De exemplu:

- ✓ Expresia E←22+75 este o expresie validă deoarece operatorul matematic + leagă doi operanzi exprimați prin două constante de tip numeric.
- ✓ Expresia E←"Ana"+"-Maria" este o expresie validă deoarece operatorul de concatenare + leagă doi operanzi exprimați prin două constante de tip șir de caractere.
- ✓ Expresia E←22+"ani" nu este o expresie validă deoarece operatorul + leagă doi operanzi exprimați prin două constante de tipuri diferite: numeric și șir de caractere. El nu poate fi interpretat nici ca operator matematic, nici ca operator de concatenare.

Dacă într-o expresie trebuie să se calculeze radicalul dintr-o dată de tip numeric, nu se poate folosi nici un operator matematic. În acest caz, limbajul de programare în care se lucrează pune la dispoziție o **funcție**.

Funcția este o prelucrare predefinită de autorii limbajului de programare, care se poate folosi în cadrul unei expresii la fel ca un operand, deoarece ea este de fapt un program care în urma execuției furnizează o valoare chiar prin numele ei. Atunci când se evaluează expresia, funcția este înlocuită cu valoarea returnată în urma executării ei. Funcția se identifică printr-un nume, iar pentru apelarea ei se scrie numele funcției urmat de o listă de parametri precizați între paranteze rotunde. Parametrii sunt valorile cu care se execută funcția la acel apel.

De exemplu, funcția **sin(x)** returnează valoarea funcției trigonometrice *sinus* pentru numărul *x*. Numele funcției este **sin** iar parametrul *x* este de tip numeric. Dacă se evaluează funcția sin(x), iar x are valoarea 2.5, în urma execuției programului asociat, funcția va furniza valoarea 0.598.

Pentru a evalua o expresie, calculatorul va executa într-o anumită ordine operațiile pe care le-ați scris. Această ordine este dată de:

- ✓ **Precedența operatorilor**. Este ordinea în care se execută operațiile definite de operatori. Ea determină nivelul de prioritate al operatorilor.
- ✓ **Asociativitatea operatorilor**. Este ordinea în care se evaluează operatorii cu același nivel de prioritate.

Fiecare limbaj de programare are implementată **o tabelă de precedență** (tabela nivelurilor de prioritate), și pentru fiecare nivel de prioritate o anumită asociativitate. Într-un algoritm vom folosi următoarea tabelă de precedență:

1. Se evaluează funcțiile.
2. Se evaluează operatorii matematici. Operatorii matematici au niveluri de prioritate diferite. Operatorul ** are nivel de prioritate 1 fiind primul care se evaluează, operatorii *, /, **div** și **mod** au nivelul de prioritate 2, iar operatorii + și - au nivelul de prioritate 3.
3. Se evaluează operatorii de concatenare.
4. Se evaluează operatorii relaționali. Toți operatorii relaționali au același nivel de prioritate.
5. Se evaluează operatorii logici. Ordinea de prioritate a operatorilor logici este **not**, **and** și **or**, primul fiind cel mai prioritar.

Asociativitatea operatorilor este de la stânga la dreapta, adică toți operatorii care au același nivel de prioritate se evaluează în ordine, de la stânga la dreapta.

De exemplu, următoarele expresii vor fi evaluate astfel:

- ✓ ***5*7*4 + 4/2 - 2**3mod2/4*** = 5*7*4 + 4/2 - 8mod2/4 = 35*4 + 4/2 - 8mod2/4 = 140 + 4/2 - 8mod2/4 = 140 + 2 - 8mod2/4 = 140 + 2 - 0/4 = 140 + 2 - 0 = 142 - 0 = ***142***
- ✓ ***3<=5 or 7>8*** = *t* or 7>8 = *t* or *f* = ***t***
- ✓ ***3<=5 and not 7>8*** = *t* and not 7>8 = *t* and not *f* = *t* and *t* = ***t***

Ordinea operațiilor care se vor executa pentru a evalua expresia *e*:

e ← a*bd>c or a/b=d and a+b<d or not a>c**

este:

e1 ← b**d (operator aritmetic de prioritate 1)
e2 ←a*e1 (operator aritmetic de prioritate 2)
e3 ← a/b (operator aritmetic de prioritate 2)
e4 ← a + b (operator aritmetic de prioritate 3)
e5 ← e2 > c (operator relațional)
e6 ← e3=d (operator relațional)
e7 ← e4<d (operator relațional)
e8 ← a>c (operator relațional)
e9 ← not e8 (operator logic)
e10 ← e6 and e7 (operator logic)
e11 ← e5 or e10 (operator logic)
e ← e11 or e9 (operator logic)

Ordinea de evaluare a unei expresii poate fi schimbată prin folosirea parantezelor. Se folosesc numai paranteze rotunde, care pot fi şi imbricate.

Atenție! Numărul de paranteze deschise trebuie să fie egal cu numărul de paranteze închise.

De exemplu, următoarea expresie aritmetică prin care se calculează valoarea lui *E*:

$$E = \frac{a+b}{c} + \frac{b+d}{c+a} + \frac{a+c}{(a+b)^3}$$

va fi scrisă astfel:

E ← (a+b)/c + (b+d)/(c+a) + (a+c)/((a+b)3)**

În acest caz *E*, *a*, *b*, *c* şi *d* sunt identificatori pentru datele prelucrate de calculator. Data *E* este o dată de ieşire (rezultatul obținut în urma evaluării expresiei), iar *a*, *b*, *c* şi *d* sunt date de intrare (date care se furnizează calculatorului pentru a putea calcula valoarea lui *E*).

Ordinea operațiilor care se vor executa pentru a evalua expresia *e* care conține paranteze şi mai multe tipuri de operatori:

e ← ((a/b+c)*4 + a) mod b > a*b or not (a+c)*b = a*c

este:

e1 ← a/b (operator aritmetic de prioritate 2)
e2 ← e1 + c (operator aritmetic de prioritate 3)
e3 ← e2*4 (operator aritmetic de prioritate 2)
e4 ← e3 + a (operator aritmetic de prioritate 3)
e5 ← a + c (operator aritmetic de prioritate 3)
e6 ← e4 mod b (operator aritmetic de prioritate 2)
e7 ← a*b (operator aritmetic de prioritate 2)
e8 ← e5*b (operator aritmetic de prioritate 2)
e9 ← a*c (operator aritmetic de prioritate 2)
e10 ← e6 > e7 (operator relațional)
e11 ← e8=e9 (operator relațional)
e12 ← not e11 (operator logic)
e ← e10 or e12 (operator logic)

De exemplu, următoarea expresie matematică prin care se calculează valoarea lui *e*:

$$\frac{\sqrt{a+1}-\sqrt{a-1}}{\sqrt{a+1}+\sqrt{a-1}} \times (2-a)$$

necesită calculul radicalului de ordin 2 pentru care se foloseşte **funcţia sqrt(x)**. Astfel, atunci când data *x* are valoarea 9 funcţia sqrt(x) furnizează valoarea 3, iar când *x* are valoarea 49 funcţia sqrt(x) furnizează valoarea 7. Pentru a putea fi evaluată de calculator, expresia va fi scrisă astfel:

e ← ((sqrt(a+1) - sqrt(a-1))/ (sqrt(a+1) + sqrt(a-1))) * (2 - a)

Ordinea operaţiilor care se execută pentru a evalua expresia E este:

e1 ← a+1
e2 ← a-1
e3 ← a+1
e4 ← a-1
e5 ← sqrt(e1)
e6 ← sqrt(e2)
e7 ← sqrt(e3)
e8 ← sqrt(e4)
e ← e11 * e12
e9 ← e5-e6
e10 ← e7+e8
e11 ← e9/e10
e12 ← 2 - a

Precondiţiile unei expresii

Expresia defineşte cum trebuie să prelucreze calculatorul anumite valori ale datelor. De fiecare dată când calculatorul evaluează expresia, sunt prelucrate valorile curente ale datelor variabile care apar ca operanzi în cadrul expresiei. În unele cazuri trebuie stabilite anumite condiţii pentru valorile acestor date pentru a se putea evalua expresia, adică trebuie stabilite **precondiţiile expresiei.**

> **Precondiţiile expresiei** reprezintă un ansamblu de restricţii şi constrângeri impuse datelor care apar în expresie ca operanzi.

Aceasta înseamnă că, dacă notăm precondiţia cu **P** şi expresia cu **E**, atunci:

- ✓ Dacă precondiţia **P** este adevărată (are valoarea *true*), expresia poate fi calculată cu acele valori ale datelor.
- ✓ Dacă precondiţia **P** este falsă (are valoarea *false*), expresia nu poate fi calculată cu acele valori ale datelor, deoarece fie se obţine o valoare eronată, fie se poate provoca o eroare de execuţie a programului.

Precondiţiile cele mai des întâlnite sunt:

- ✓ **Constrângerile operaţiei de împărţire**. În algoritmi puteţi folosi trei operatori pentru împărţire: **/**, **div** şi **mod**. Pentru toate aceste operaţii există **precondiţia ca împărţitorul să fie diferit de zero**. De exemplu, pentru expresia *a/(c+d)*, precondiţia este *c+d<>0*.
- ✓ **Constrângerile argumentului unei funcţii**. Argumentele unor funcţii trebuie să îndeplinească o anumită condiţie. De exemplu, funcţia *sqrt(x)* nu se poate aplica pe o valoare negativă (nu se poate extrage radicalul pătrat dintr-o valoare negativă). De exemplu, pentru expresia *-b+sqrt(b*b-4*a*c)* precondiţia este *b*b-4*a*c>=0*, iar pentru expresia *(-b+sqrt(b*b-4*a*c)/(2*a)* precondiţia este *(a<>0) and (b*b-4*a*c>=0)*.

✓ **Constrângerile pentru ca formula să fie validă**. Formula folosită pentru a calcula o valoare poate fi validă numai pentru anumite valori ale datelor care sunt folosite ca operanzi. De exemplu, operatorii **div** şi **mod** se pot aplica numai pe date de tip întreg.

Evaluare

Răspundeţi:

1. Ce este identificatorul unei date? Daţi cinci exemple de identificatori.
2. Ce este o variabilă de memorie?
3. Prin ce se deosebesc datele de intrare, datele de ieşire şi datele de manevră? Daţi un exemplu de problemă în care să folosiţi toate aceste tipuri de date. Precizaţi pentru fiecare dată de ce tip este.
4. Ce este tipul datei? Cum influenţează tipul datei o variabilă de memorie?
5. Câte tipuri de date există? Ce operatori puteţi folosi pentru fiecare tip de dată?
6. Ce este precedenţa operatorilor? Dar asociativitatea operatorilor?

Rezolvaţi:

1. Se consideră următoarea problemă:
   *Se dau două numere întregi **a** şi **b**. În funcţie de răspunsul la un mesaj întrebare (de exemplu "Ce operaţie doriţi?") se va calcula: dacă răspunsul este litera x, media aritmetică a celor două numere; dacă răspunsul este litera y, media geometrică a celor două numere; dacă răspunsul este litera z, câtul şi restul împărţirii numărului a la numărul b; dacă răspunsul este orice altă literă se va afişa un mesaj de informare (de exemplu "Alegere greşită").*

Pentru rezolvarea acestei probleme cu ajutorul unui program de calculator, se vor folosi mai multe date elementare, care să permită generalizarea problemei. Completaţi următorul tabel prin care veţi face o analiză a datelor folosite:

Identificatorul datei	**Reprezintă**	**Tipul datei** (de intrare, de ieşire, ...)	**Tipul datei** (numeric, logic, ...)	**Observaţii** (constantă, formula de calcul, ...)

2. Dacă într-un algoritm există variabilele *a* de tip caracter, *b* de tip întreg şi *c* de tip logic şi se atribuie acestor date următoarele valori iniţiale:

   a: '4' **b:** 8 **c:** false

evaluaţi următoarele expresii:

Expresia	**Rezultat**	**Expresia**	**Rezultat**
(b>15) **or** c		**not** c **or** (a='a')	
a>='0' **and** 'a<='9'		(a > b) **and** c	

3. Pentru următoarele valori ale datelor:

   i 4 **j** 6 **k** 8 **l** 1 **m** 10

evaluați următoarele expresii:

Expresia	Rezultat	Expresia	Rezultat
i+j*l-m		i-j+k-l+m	
(i+j) **div** (m-j)		3*j **mod** m -i	
(j+(m-l*(j+i))-k)+5		j*j-i-k	

4. Legați prin linii fiecare element din coloana **Construcția** de elementul corespunzător din coloana **Reprezintă**:

Construcția:		**Reprezintă:**
alfa	1	a identificator dată elementară
"alfa'	2	
'10''	3	b constantă de tip șir de caractere
'20''	4	
'alfa'	5	c constantă de tip numeric
5000	6	
"alfa"	7	d construcție greșită
'500'	8	
"120"	9	

5. Se dau următoarele secvențe de operații de atribuire:

(S1): a ← 1; b ← 2; c ← 3; d ← 4
(S2): a ← b; b ← c; c ← d; d ← a
(S3): b ← c; c ← d; d ← a; a ← b
(S4): c ← d; d ← a; a ← b; b ← c

Să se precizeze valorile variabilelor de memorie *a*, *b*, *c* și *d* obținute în urma executării operațiilor de atribuire, în ordine:

a) (S1); (S2); (S3)
b) (S1); (S3); (S2)
c) (S1); (S2); (S2); (S3)
d) (S1); (S2); (S3); (S4)

Ce concluzii puteți trage în urma executării operațiilor de la punctele a) și b)?

6. Scrieți următoarele expresii matematice în forma acceptată de calculator:

$$E_1 = \frac{x^3 - 1}{x(x-3)(x-1)}$$

$$E_2 = \frac{a^2 + (a+b)^3}{ab^2} + a^2 b$$

$$E_3 = \frac{4(\frac{a}{bc} + c) + (ab)^2 + 3\frac{a}{bc}}{2a^3}$$

7. Descrieți ordinea de evaluare a celor trei expresii de la problema 6.
8. Scrieți următoarea expresie matematică în forma acceptată de calculator folosind pentru calculul radicalului de ordin 2 din x funcția **sqrt(x)**:

$$\sqrt{\sqrt{\sqrt{x^2-1}}}$$

9. Considerând următoarele date, *x*, *y*, *z* de tip *real* şi *i*, *j*, *k* de tip *întreg*, specificaţi care dintre următoarele expresii sunt valide. Pentru expresiile valide precizaţi tipul.

Expresia	Valid? (D/N)	Tip rezultat	Expresia	Valid? (D/N)	Tip rezultat
x+y+i			(i/j) **mod** k		
10(i+j)			2x-3y		
i **div** j			x*y-z*z/**sqrt**(i)		

10. Descrieţi ordinea de evaluare şi calculaţi valoarea următoarei expresii, în funcţie de valorile care vor fi atribuite datelor *a* şi *b*:

e* ← *a and b or (not a and not b)

Pentru evaluarea expresiei veţi completa următorul tabel:

a	b	not a	not b	e1←not a and not b	e2← a and b	e← e2 or e1
T	*T*	*F*	*F*	*F*	*T*	*T*
T	*F*					
F	*T*					
F	*F*					

11. Descrieţi ordinea de evaluare şi calculaţi valoarea următoarei expresii, în funcţie de valorile care vor fi atribuite datelor *a*, *b* şi *c*. Pentru calcularea valorii expresiei folosiţi modelul de tabel de la exerciţiul 7, care va avea opt linii în loc de patru, corespunzătoare tuturor combinaţiilor posibile pentru cele trei date.

e ← (*not* a *or* b) *and* ((*not* a *and not* c) *or* (a *or* b *or* c))

12. Ce valori poate lua următoarea expresie: **e ← b–4>1 *and* a+b>0** dacă operanzii pot lua următoarele valori: *a*∈{1, -10, -20} şi b∈{4, 16}. Câte date se fo-losesc pentru evaluarea acestei expresii şi de ce tip sunt? Precizaţi care sunt datele de intrare şi care sunt cele de ieşire.

13. Pentru fiecare dintre următoarele secvenţe de operaţii de atribuire scrieţi o singură operaţie de atribuire astfel încât să obţineţi valoarea atribuită ultimei variabile din secvenţă:

Secvenţa a	Secvenţa b
a ← a+1 c ← 4 d ← b+a e ← 4*c-d	x ← **sqrt**(a+b) y ← a-b z ← 20*x-y
e ←	z ←

14. Alegeţi mulţimea în care poate lua valori expresia *e* pentru a∈{-5, -10, -20} şi b∈{4, 16}; ***e←b+4>1 OR a+b<0***:

a) {*T*,*F*} b) {*T*} c) {*F*}

adică este o dată: a) constantă; b) variabilă;

15. Scrieţi precondiţiile următoarelor expresii:

a) a/b b) **sqrt**(a+1) c) (x+y) **mod** z d) **sqrt**(a*a+b*b)

16. În unele aplicații este necesar să se precizeze că o dată poate lua numai anumite valori. Aceste descrieri se folosesc pentru a verifica dacă valoarea datei obținută în urma unor operații de prelucrare aparține mulțimii de valori permise. De exemplu, considerăm mulțimea A=(0, 10]∪{20} și o dată de tip numeric *x*. Pentru a verifica dacă $x \in A$, se construiește o expresie logică *c1* care descrie condiția de apartenență a datei *x* la mulțimea A, urmând ca prin testarea valorii acestei expresii să se verifice dacă valoarea datei *x* este corectă: dacă expresia *c1* are valoarea *adevărat*, $x \in A$, iar dacă expresia *c1* are valoarea *fals*, $x \notin A$. Pentru acest exemplu se construiește expresia *c1*:

c1 ← (x>0 *and* x<=10) *or* x = 20

Dacă vreți să precizați că valoarea datei *x* nu trebuie să aparțină mulțimii precizate mai sus, se va construi expresia *c2* prin negarea expresiei *c1*:

c2 ← *not* e = *not* ((x>0 *and* x<=10) *or* x = 20) =*not* (x>0 *and* x<=10) *and not* (x = 20) =
= (*not* x>0 *or not* x<=10) *and* x<>20 = (x<=0 *or* x>10) *and* x<>20

Observați că, în urma negării, un operator relațional se înlocuiește cu complementarul său: <> cu =, >= cu <, <= cu > și invers.

Pornind de la acest exemplu, să considerăm mulțimea A=[-10, 10]∪(20, 30)∪{50} și o dată de tip numeric *x*. Precizați expresia *c1* prin care se verifică dacă $x \in A$ și expresia *c2* prin care se verifică dacă $x \notin A$.

17. Fie mulțimea A=[-30, -20]∪(-15, 10]∪(40, 50)∪{-50, 100} și o dată de tip numeric *x*. Precizați expresia *c1* prin care se verifică dacă $x \in A$ și expresia *c2* prin care se verifică dacă $x \notin A$.

18. De exemplu, dacă datele *a*, *b* și *c* reprezintă lungimile laturilor unui triunghi ABC, pentru a verifica dacă acest triunghi este un triunghi echilateral (adică *a=b=c*) trebuie să se evalueze expresia logică *c1*:

c1 ← (a = b) *and* (b = c)

Dacă expresia are valoarea *adevărat*, triunghiul este echilateral. Această expresie descrie condiția pe care trebuie să o îndeplinească cele trei date *a*, *b* și *c* ca să reprezinte laturile unui triunghi echilateral. Pornind de la acest exemplu, precizați condiția pe care trebuie să o îndeplinească cele trei date pentru ca triunghiul să fie:

a) isoscel, b) dreptunghic, c) dreptunghic isoscel.

19. Precizați **condiția** pe care trebuie să o îndeplinească trei date ca să reprezinte lungimile laturilor unui triunghi (suma lungimilor a două laturi trebuie să fie mai mare decât lungimea celei de a treia laturi, oricare ar fi cele două laturi).

20. Scrieți condiția *c1* prin care testați dacă patru date de tip numeric *a*, *b*, *c* și *d* pot reprezenta laturile unui paralelogram și condiția *c2* prin care testați dacă aceste date nu pot reprezenta laturile unui paralelogram.

21. Scrieți condiția prin care testați dacă valoarea unui număr întreg *n* este:

a) un număr impar,
b) un număr divizibil cu 3 sau cu 5,
c) un număr divizibil cu 3 și cu 5,
d) un număr divizibil cu 3 dar nu și cu 5,

e) un pătrat perfect (veți folosi funcțiile: **int**(x) – pentru partea întreagă din *x* și **sqrt**(x) – pentru radical de ordinul 2 din *x*).

22. Pentru a testa ultima cifră a unui număr întreg *n*, aceasta se extrage cu expresia ***cifra←n mod 10*** (restul împărțirii numărului la 10). De exemplu, pentru a testa dacă ultima cifră a unui număr *n* este 2 se folosește condiția ***c←n mod 10 =2***. Scrieți condiția prin care testați dacă ultima cifră a unui număr *n* este:
a) 3 sau 5,
b) diferită de 3 și de 5,
c) pară,
d) impară,
e) multiplu de 3,
f) multiplu de 3 sau de 5.

23. În data *alfa* se memorează un caracter. Pentru a afla dacă acest caracter este litera *a* sau *A*, se va testa expresia *c1* care descrie această **condiție**:

c1 ← (alfa = "a") *or* (alfa = "A")

iar pentru a afla dacă acest caracter este una dintre literele *a*, *b*, *c*, *d*, *A*, *B*, *C* sau *D*, se va testa expresia *c2* care descrie această condiție:

c2 ← (alfa >= "a" *and* alfa <= "d") *or* (alfa >= "A" *and* alfa <= "D")

Pornind de la acest exemplu precizați condiția prin care se poate testa caracterul memorat în data *alfa*, astfel încât:
a) să nu fie o cifră (de exemplu "1" sau "8"),
b) să fie o cifră,
c) să fie o vocală,
d) să nu fie o vocală,
e) să fie o consoană (testul se va referi numai la literele mici),
f) să nu fie o consoană (testul se va referi numai la literele mici),
g) să aparțină mulțimii de caractere C= {*a*, *x*, y, *z*, *w*, *B*, *X*, *Y*, *Z*},
h) să nu aparțină mulțimii de caractere C= {*a*, *x*, y, *z*, *w*, *B*, *X*, *Y*, *Z*},
i) să aparțină mulțimii de caractere C= {*a*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *C*, *D*, *F*},
j) să nu aparțină mulțimii de caractere C= {*a*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *C*, *D*, *F*},
k) să fie spațiu, punct sau virgulă,
l) să nu fie spațiu, punct sau virgulă.

24. Se consideră următorul enunț: *Se citesc n numere naturale. Să se calculeze suma și produsul celor divizibile cu 3 sau cu 5.* Analizați problema și scrieți algoritmul.

25. Se consideră următorul enunț: *Se citesc n numere naturale. Să se numere câte sunt divizibile cu 2, cu 3 și cu 6.* Analizați problema și scrieți algoritmul.

26. Se consideră următorul enunț: *Se citesc mai multe numere întregi până la întâlnirea numărului 0. Să se calculeze media aritmetică a numerelor pozitive.* Analizați problema. Identificați cazul în care trebuie să folosiți precondiția expresiei. Scrieți algoritmul.

27. Se consideră următorul enunț: *Se citesc mai multe numere naturale până la întâlnirea numărului 0. Să se calculeze media aritmetică a numerelor care au*

ultima cifră 5. Analizați problema. Identificați cazul în care trebuie să folosiți precondiția expresiei. Scrieți algoritmul.

Alegeți:

1. Datei *a* i se atribuie valoarea "2+1=". Dacă se afișează conținutul ei pe ecran, veți vedea:
   a) "3" b) 3 c) "2+1=" d) 2+1=
2. Datei *a* i se atribuie expresia "25"+"75". Valoarea datei va fi:
   a) "2575" b) 100 c) "100"
3. Prin negarea expresiei ***n mod 2<>0 OR n>10*** se testează dacă data *n* este:
   a) un număr par mai mare decât 10;
   b) un număr impar mai mare decât 10;
   c) un număr par mai mic sau egal cu 10;
   d) un număr impar mai mic sau egal cu 10;
4. Care dintre expresiile următoare testează dacă *n* este un număr natural multiplu de 3 sau de 5:
   a) n>0 and n mod 3 = 0 or n mod 5 = 0
   b) n>0 and n mod 3 = 0 and n mod 5 = 0
   c) n>0 and (n mod 3 = 0 or n mod 5 = 0)
   d) n>0 or n mod 3 = 0 or n mod 5 = 0
5. Care dintre expresiile următoare testează dacă *n* este un număr natural care nu se divide prin 3 și prin 5:
   a) n>0 and n mod 3 <> 0 or n mod 5 <> 0
   b) n>0 and n mod 3 <> 0 and n mod 5 <> 0
   c) n>0 and (n mod 3 <> 0 or n mod 5 <> 0)
   d) n>0 or n mod 3 <> 0 or n mod 5 <> 0
6. Care dintre expresiile următoare testează dacă *n* este un număr natural care are ultima cifră diferită de 5 și de 0:
   a) n>0 and n mod 10 <> 5 or n mod 10 <> 0
   b) n>0 and n mod 10 <> 5 and n mod 10 <> 0
   c) n>0 and (n mod 10 <> 5 or n mod 10 <> 0)
   d) n>0 or n mod 10 <> 5 or n mod 10 <> 0
7. Care dintre expresiile următoare testează dacă *n* este un număr natural care are ultima cifră 0, 2, 4 sau 8:
   a) n>0 and n mod 10 mod 2 = 0 or n mod 10 mod 3 <> 0
   b) n>0 and n mod 10 mod 2 = 0 and n mod 10 mod 3 <> 0
   c) n>0 and (n mod 10) mod 2 = 0 or (n mod 10) mod 3 <> 0
   d) n>0 and ((n mod 10) mod 2 = 0 or (n mod 10) mod 3 <> 0)
8. În urma cărei operații de atribuire, data *b* va avea valoarea ultimei cifre a numărului întreg *a*:
   a) b ← a div 10
   b) b ← a-a div 10
   c) b ← a-a div 10*10
   d) b ← a-a mod 10

3. Algoritmii

3.1. Reprezentarea algoritmilor

Algoritmul este un concept abstract. **Reprezentarea algoritmului înseamnă implementarea fizică a algoritmului**. Chiar dacă algoritmul este unic, el poate avea mai multe reprezentări fizice. De exemplu, algoritmul de rezolvare a ecuației de gradul întâi poate fi reprezentat prin calculele efectuate pe hârtie de fiecare dată când se rezolvă manual o ecuație de gradul întâi, prin circuite electronice, dacă s-ar construi o mașină electronică numai pentru rezolvarea ecuației de gradul întâi sau prin instrucțiunile unui program care descriu pentru calculator algoritmul de rezolvare.

Când construiți un algoritm trebuie să țineți cont de următoarele reguli:

- ✓ să definiți exact datele asupra cărora lucrează algoritmul (datele de intrare, datele de ieşire şi datele intermediare);
- ✓ să definiți exact operațiile care se vor executa cu datele asupra cărora lucrează algoritmul;
- ✓ să definiți exact noțiunea de structură de control a algoritmului;
- ✓ să definiți exact succesiunea de structuri care formează algoritmul.

Algoritmul prin care se descrie o problemă care trebuie să fie rezolvată de calculator nu trebuie să fie ambiguu deoarece, în cazul exprimărilor neclare, calculatorul nu poate să opteze singur pentru o anumită posibilitate. Pentru a evita ambiguitatea descrierii unui algoritm printr-un limbaj natural (limba în care vorbim) se poate folosi pentru reprezentarea lui un limbaj artificial numit **pseudocod**, apropiat de limbajul de programare, dar care este puțin formalizat şi nu este constrâns de regulile de sintaxă ale limbajului de programare (de exemplu, în pseudocod se poate folosi exprimarea **dacă... atunci... altfel** – în limba română – sau formularea **if... then... else** – în limba engleză – care sunt foarte apropiate de limbajul natural, dar care permit descrierea unor operații specifice din algoritm).

Pseudocodul (codul fals) este considerat un cod fals deoarece nu poate fi folosit pentru a exprima instrucțiunile care se dau calculatorului pentru a rezolva problema descrisă de algoritm (nu poate fi folosit ca limbaj de programare). El foloseşte expresii din limbajul natural în care exprimarea acțiunilor care se execută se face prin propoziții care se termină prin simbolul punct şi virgulă (;). În propoziții se folosesc **cuvinte cheie** pentru descrierea structurilor de control şi a operațiilor de comunicare. O propoziție care reprezintă un pas de comunicare sau de acțiune începe obligatoriu cu un verb.

Pseudocodul permite şi descrierea datelor asupra cărora acționează algoritmul. Pentru precizarea tipului de dată se folosesc cuvinte cheie. De exemplu, se pot folosi următoarele cuvinte cheie: **întreg** – tipul numeric întreg; **real** – tipul numeric real; **logic** – tipul logic; **caracter** – tipul caracter; şi **şir** – tipul şir caracter. Cuvântul

cheie care precizează tipul este urmat de o listă prin care se enumeră identificatorii datelor care corespund acelui tip.

În cazul pasului de comunicare, verbul este **citeşte** (**read**) pentru o operaţie de intrare şi **scrie** (**write**) pentru o operaţie de ieşire. Verbul este urmat de lista datelor care se comunică. Lista conţine date variabile reprezentate prin identificatorii lor. În cazul unei operaţii de scriere lista poate conţine şi date constante, reprezentate prin valoare (de exemplu, un mesaj reprezentat printr-o constantă de tip şir de caractere). Elementele listei se separă prin virgulă.

Cuvintele cheie pot fi în limba română (pseudocodul în limba română) sau în limba engleză (pseudocodul în limba engleză). Pseudocodul în limba engleză este mai aproape de cuvintele cheie folosite în instrucţiunile unui limbaj de programare. Din această cauză, vor fi prezentate ambele versiuni de pseudocod, urmând ca în aplicaţii să folosim numai pseudocodul în limba română.

Pentru a delimita secvenţa de descriere a datelor de secvenţa de descriere a paşilor algoritmului, paşii algoritmului vor fi încadraţi de cuvintele cheie **început... sfârşit**. (**begin... end.**).

De exemplu, pseudocodul pentru descrierea algoritmului de rezolvare a ecuaţiei de gradul întâi este:

```
real a,b,z;
început
 citeşte a,b;
 dacă a=0
   atunci
     dacă b=0
       atunci scrie "Ecuatia are o infinitate de solutii";
       altfel scrie "Ecuatia nu are solutii";
     sfârşit_dacă;
   altfel z←-b/a;
          scrie "Solutia ecuaţiei este ", z;
 sfârşit_dacă;
sfârşit.
```

Observaţii:

1. În pseudocod operaţia de comparaţie a fost exprimată prin cuvintele cheie **dacă** şi **sfârşit_dacă**. Aceste două cuvinte formează o **structură de control**, adică o entitate din cadrul algoritmului prin care se descrie modul în care paşii algoritmului îşi predau controlul unul altuia.
2. În pseudocod, pentru orice structură de control se foloseşte o **pereche de cuvinte cheie**: primul cuvânt precizează începutul structurii (cuvântul **dacă**), iar al doilea cuvânt precizează sfârşitul structurii (cuvântul **sfârşit_dacă**).
3. Ca să fiţi siguri că aţi scris corect structurile de control, verificaţi ca numărul de structuri deschise să fie egal cu numărul de structuri închise (de exemplu, numărul de cuvinte **dacă** să fie egal cu numărul de cuvinte **sfârşit_dacă**).

4. Pentru a urmări mai uşor dacă structurile sunt închise corect, scrieți indentat corpul structurii față de cuvintele cheie cu care începeți şi cu care terminați structura. Scrieți la acelaşi nivel de indentare propozițiile care se execută secvențial. De exemplu, în structura de control descrisă în pseudocod prin cuvintele cheie **dacă... sfârşit_dacă**, scrieți indentat față de cuvintele cheie **atunci** şi **altfel** paşii care se execută pentru cele două valori ale condiției testate.

3.2. Principiile programării structurate

Algoritmul este format din paşii care urmează să se execute şi ordinea în care se vor executa pentru a rezolva problema. Algoritmul pentru rezolvarea ecuației de gradul întâi conține nouă paşi (vezi algoritmul de la pagina 9), iar ordinea de executare depinde de valoarea celor doi coeficienți **a** şi **b**:

- ✓ Dacă **a** =0 şi **b** =0, se execută în ordine paşii: ***1, 2, 3, 4, 5, 9.***
- ✓ Dacă **a** =0 şi **b** ≠0, se execută în ordine paşii: ***1, 2, 3, 4, 6, 9.***
- ✓ Dacă **a** ≠ 0, se execută în ordine paşii: ***1, 2, 3, 7, 8, 9.***

Structura de control a algoritmului defineşte **ordinea de executare a paşilor**, adică ordinea în care un pas predă controlul altui pas şi prin care se determină fluxul controlului. În cadrul algoritmilor pot fi folosite trei tipuri de structuri de control:

- **structura liniară,**
- **structura alternativă,**
- **structura repetitivă.**

3.2.1. Structura liniară

Structura liniară sau secvențială este structura în care paşii se execută în ordinea în care au fost scrişi: ***Pasul 1***, ***Pasul 2***, ..., ***Pasul i***, ***Pasul i+1***, ..., ***Pasul n-1***, ***Pasul n.*** Fiecare pas predă controlul pasului următor (***Pasul i*** predă controlul ***Pasului i+1***). Un pas al structurii secvențiale se execută numai dacă au fost executați toți paşii care îl preced. Structura secvențială nu foloseşte decât paşi de tip acțiune şi comunicare.

Exemplu

Se introduc de la tastatură trei numere **a**, **b**, **c**. Să se calculeze media aritmetică dintre **a** şi **b** şi media aritmetică dintre **b** şi **c**. Pentru calcularea celor două medii se vor folosi două variabile de memorie **m1** şi **m2** şi se vor executa în ordine următoarele acțiuni:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică*** *valorile pentru* ***a***, ***b*** *şi* ***c.***
Pasul 3. ***Calculează m1*** ← ***(a+b)/2.***
Pasul 4. ***Calculează m2*** ← ***(b+c)/2.***
Pasul 5. ***Comunică*** *valorile lui* ***m1*** *şi* ***m2.***
Pasul 6. *Terminat.*

```
întreg a,b,c;
real m1,m2;
început
 citeşte a,b,c;
 m1 ← (a+b)/2;
 m2 ← (b+c)/2;
 scrie m1,m2;
sfârşit.
```

Ordinea în care se execută cei şase paşi este ordinea prezentată: ***1, 2, 3, 4, 5, 6,*** oricare ar fi valorile pentru **a, b, c.** ***Pasul 1*** predă controlul ***Pasului 2, Pasul 2*** predă controlul ***Pasului 3, Pasul 3*** predă controlul ***Pasului 4, Pasul 4*** predă controlul ***Pasului 5*** şi ***Pasul 5*** predă controlul ***Pasului 6.***

Algoritmul a fost transpus în pseudocod.

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul structurii secvenţiale:

1. Se citesc trei numere întregi de la tastatură. Să se calculeze media aritmetică.
2. Se citesc dimensiunile pentru laturile unui triunghi. Să se calculeze aria şi perimetrul triunghiului.

3.2.2. Structura alternativă

Prin această structură, se face selectarea între două sau mai multe acţiuni, în funcţie de anumite condiţii.

Există două tipuri de structuri alternative:

- **structura alternativă simplă,**
- **structura alternativă generalizată.**

Structura alternativă simplă

La acest tip de structură se face selectarea între două acţiuni, în funcţie de îndeplinirea sau neîndeplinirea unei condiţii. De exemplu:

- ✓ Dacă anul este bisect, atunci împarte totalul la 366; altfel, împarte la 365. Condiţia este tipul anului: bisect sau nu.
- ✓ Dacă vânzările au scăzut, reduceţi preţul cu 5%. Condiţia este scăderea vânzărilor.
- ✓ Dacă unghiul are 90^0, atunci este un unghi drept. Condiţia este valoarea unghiului.
- ✓ Dacă triunghiul are toate laturile egale, atunci este echilateral. Condiţia este relaţia de egalitate între laturile triunghiului.
- ✓ Dacă patrulaterul are toate laturile egale şi un unghi de 90^0, atunci este un pătrat. Condiţia este relaţia de egalitate între laturile patrulaterului şi valoarea unui unghi al patrulaterului.
- ✓ Dacă ai sub 18 ani, atunci eşti minor sau, dacă ai peste 18 ani, atunci eşti major. Condiţia este vârsta de 18 ani.
- ✓ Dacă vei fi în oraş la ora 13, luăm prânzul împreună. Condiţia este prezenţa în oraş la ora 13.
- ✓ Dacă nu ai 10.000.000 de lei, împrumută-te la bancă. Condiţia este suma de 10.000.000 lei.
- ✓ Dacă valoarea polinomului este 0 pentru x=2, polinomul se divide prin x-2. Condiţia este valoarea 0 a polinomului pentru x=2.

Exemplu

Se introduce de la tastatură un număr **n**. Să se calculeze inversul acestui număr, **inv**, definit astfel:

$$inv=\begin{cases} 1/n \text{ pentru } n\neq 0 \\ 0 \text{ pentru } n=0 \end{cases}$$

Altfel spus: dacă n este diferit de 0, inversul are valoarea 1/n, altfel are valoarea 0.

Pentru calculul inversului se vor executa în ordine următoarele acțiuni:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică*** *valoarea pentru* ***n***.
Pasul 3. ***Dacă n<>0, atunci*** execută ***Pasul 4, altfel*** execută ***Pasul 5***.
Pasul 4. ***Calculează inv ← 1/n***.
Pasul 5. ***Calculează inv ← 0***.
Pasul 6. ***Comunică*** *valoarea lui* ***inv***.
Pasul 7. *Terminat.*

Executarea uneia dintre cele două acțiuni posibile depinde de condiția precizată printr-o expresie logică. Dacă expresia logică are valoarea *adevărat*, se execută *acțiune 1*, iar dacă expresia logică are valoarea *fals*, se execută *acțiune 2*. Cele două acțiuni pot fi descrise printr-un singur pas sau prin mai mulți pași.

Observați că acest tip de structură poate fi descris prin raționamentul **dacă... atunci... altfel... sfârșit_dacă** (**if... then... else... endif**) pe care îl putem folosi în pseudocod pentru descrierea structurii.

```
dacă condiție
        atunci
                acțiune 1;
        altfel
                acțiune 2;
sfârșit_dacă;
```

→

```
if condiție
        then
                acțiune 1;
        else
                acțiune 2;
endif;
```

Cuvântul **dacă** (**if**) marchează începutul structurii, iar cuvântul **sfârșit_dacă** (**endif**) sfârșitul structurii. Cuvintele **dacă** (**if**) și **atunci** (**then**) delimitează expresia logică ce se evaluează, cuvântul **atunci** (**then**) marchează începutul secvenței de pași care descriu acțiunea care se va executa dacă expresia logică are valoarea *adevărat*, și cuvântul **altfel** (**else**) marchează începutul secvenței de pași care descriu acțiunea care se va executa dacă expresia logică are valoarea *fals*.

```
întreg n;
real inv;
început
  citește n;
  dacă n<>0
    atunci
      inv←1/n;
    altfel
      inv←0;
  sfârșit_dacă;
  scrie inv;
sfârșit.
```

Observați că se execută secvențial ***Pasul 1***, ***Pasul 2***, ***Pasul 3***, după care ordinea secvențială este abandonată și se execută ***Pasul 4*** sau ***Pasul 5***, în funcție de valoarea expresiei logice ***n<>0***, după care se reia ordinea secvențială, executându-se ***Pasul 6*** și ***Pasul 7***.

Exemplul a fost transpus în pseudocod.

Un caz particular de structură alternativă este **structura alternativă cu o ramură vidă**, în care *acțiune 2* nu conține nici un pas. Deoarece pentru valoarea *fals* a expresiei logice nu se execută nici o acțiune, din pseudocod va fi eliminat cuvântul

altfel (**else**) care marchează începutul secvenței de paşi ce descriu acțiunea care se va executa dacă expresia logică are valoarea fals.

Exemplu

Se introduce de la tastatură un număr **n**. Să se înlocuiască numărul **n** cu modulul său, definit astfel:

$$mod(n)=\begin{cases} n \text{ pentru } n\geq 0 \\ -n \text{ pentru } n<0 \end{cases}$$

Se vor executa în ordine următoarele acțiuni:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică*** *valoarea pentru* ***n.***
Pasul 3. ***Dacă*** ***n<0, atunci*** execută ***Pasul 4, altfel*** execută ***Pasul 5.***
Pasul 4. ***Calculează*** $n \leftarrow -n$.
Pasul 5. ***Comunică*** *valoarea lui* ***n.***
Pasul 6. *Terminat.*

```
întreg n;
început
 citeşte n;
 dacă n<0
  atunci
    n ← -n;
 sfârşit_dacă;
 scrie n;
sfârşit.
```

Exemplul a fost transpus în pseudocod.

Observație: În cazul structurii alternative cu o ramură vidă, acțiunea se va executa pe ramura pentru care condiția are valoarea adevărat. Dacă, după ce ați gândit algoritmul, acțiunea se execută pe ramura pentru care condiția are valoarea fals, îl veți corecta prin negarea condiției.

Structura alternativă generalizată

La acest tip de structură se face selectarea între mai multe acțiuni, în funcție de o variabilă de memorie numită **selector**, care poate lua mai multe valori, dintr-o mulțime ordonată de elemente de același tip cu selectorul. De exemplu:

- ✓ Dacă simbolul dintre doi operanzi este +, adună operanzii, dacă este minus, scade din primul operand al doilea operand, dacă este *, înmulțeşte operanzii, dacă este /, împarte operanzii, iar dacă este alt operand, expresia este eronată. În acest caz selectorul este simbolul, iar mulțimea de valori este formată din simbolurile: +, -,* şi /.
- ✓ Dacă este clasa a IX-a A, sunt 27 de elevi, dacă este clasa a IX-a B, sunt 28 de elevi, iar dacă este clasa a IX-a C, sunt 28 de elevi. În acest caz selectorul este numele clasei, iar mulțimea de valori este formată din numele de clase: a IX-a A, a IX-a B şi a IX-a C.

Exemplu

Se introduc de la tastatură numerele întregi **n**, **a**, **b** şi **c**. Să se calculeze valoarea lui **e**, definit astfel:

$$e=\begin{cases} (a+b)/c \text{ pentru } n=1 \\ (b+c)/a \text{ pentru } n=2 \\ (c+a)/b \text{ pentru } n=3 \end{cases}$$

Pentru calculul expresiei **e**, se vor executa în ordine următoarele acțiuni:

Pasul 1. *Început.*
Pasul 2. ***Comunică*** *valorile pentru* ***n, a, b, c.***

Pasul 3. ***Dacă n=1, atunci*** execută ***Pasul 4, altfel*** execută ***Pasul 5.***
Pasul 4. ***Calculează e ← (a+b)/c.*** *Treci la* ***Pasul 9.***
Pasul 5. ***Dacă n=2, atunci*** execută ***Pasul 6, altfel*** execută ***Pasul 7.***
Pasul 6. ***Calculează e ← (b+c)/a.*** *Treci la* ***Pasul 9.***
Pasul 7. ***Dacă n=3, atunci*** execută ***Pasul 4, altfel*** execută ***Pasul 9.***
Pasul 8. ***Calculează e ← (c+a)/b.*** *Treci la* ***Pasul 9.***
Pasul 9. ***Comunică*** *valoarea lui* ***e.***
Pasul 10. *Terminat.*

Executarea uneia dintre acțiunile posibile depinde de valoarea selectorului *s*. Dacă selectorul are valoarea *v1*, se execută *acțiune 1*, dacă are valoarea *v2*, se execută *acțiune 2*, ..., dacă are valoarea *vn*, se execută *acțiune n*; altfel, se execută *acțiune n+1*. Fiecare valoare a selectorului corespunde unui **caz** tratat, căruia îi corespunde o acțiune care poate fi descrisă printr-un singur pas sau prin mai mulți pași.

Observați că acest tip de structură poate fi descris prin raționamentul **în cazul... caz1... caz2... altfel... sfârșit_în_cazul** (**in case... case1... case2... else... endcase**) pe care îl putem folosi în pseudocod pentru descrierea structurii.

```
în cazul că selector
   cazul v1:  acțiune 1;
   cazul v2:  acțiune 2;
   ..........................
   cazul vi:  acțiune i;
   ..........................
   cazul vn:  acțiune n;
   altfel     acțiune n+1;
sfârșit_în_cazul;
```

```
in case selector
   case v1:  acțiune 1;
   case v2:  acțiune 2;
   ..........................
   case vi:  acțiune i;
   ..........................
   case vn:  acțiune n;
   else      acțiune n+1;
endcase;
```

Cuvintele **în cazul că** (**in case**) marchează începutul structurii, iar cuvintele **sfârșit_în_cazul** (**endcase**) sfârșitul structurii. Cuvântul **cazul** (**case**) marchează începutul secvenței de pași care descriu acțiunea care se va executa pentru acel caz și cuvântul **altfel** (**else**) marchează începutul secvenței de pași care descriu acțiunea care se va executa dacă selectorul nu a avut valoarea nici unui caz.

```
întreg n,a,b,c;
real e;
început
 citește n,a,b,c;
 dacă n=1
    atunci e←(a+b)/c;
    altfel
       dacă n=2
          atunci e←(b+c)/a;
          altfel dacă n=3
                    atunci e←(c+a)/b;
                 sfârșit_dacă;
       sfârșit_dacă;
 sfârșit_dacă;
 scrie e;
sfârșit.
```

Observație: Structura alternativă generalizată corespunde unor **structuri alternative simple imbricate**. O structură alternativă generalizată care are **n** cazuri este echivalentă cu **n** structuri alternative simple imbricate, în care condiția logică este dată de valoarea selectorului pentru acel caz.

Exemplul a fost transpus în pseudocod.

```
întreg n,a,b,c;
real e;
început
 citește n,a,b,c;
 în cazul că n
  caz 1:e←(a+b)/c;
  caz 2:e←(b+c)/a;
  caz 3:e←(c+a)/b;
 sfârșit_în_caz_că;
 scrie e;
sfârșit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul structurii alternative:

1. Se citesc patru numere întregi de la tastatură: **a, b, c** şi **d**. Determinați care dintre produsele **a** × **b** şi **c** × **d** este mai mare.
2. Se citesc trei numere **a, b** şi **c**. Să se numere câte sunt pare.
3. Se citesc trei numere **a, b** şi **c**. Să se verifice dacă ele pot fi termenii unei progresii aritmetice.
4. Se citesc trei numere **a, b** şi **c**. Aflați dacă aceste numere pot reprezenta laturile unui triunghi. În caz afirmativ, calculați aria şi afişați ce tip de triunghi este (oarecare, isoscel, echilateral, dreptunghic sau dreptunghic isoscel).
5. Se citeşte un număr întreg **n** care reprezintă un an calendaristic. Să se verifice dacă anul este bisect sau nu (condiția ca un an să fie bisect este ca, dacă anul nu este divizibil cu 100, să fie divizibil cu 4; altfel, să fie divizibil cu 400).
6. Se citesc două intervale de timp exprimate în ore, minute şi secunde (**h1, m1** şi **s1**, pentru primul interval, şi **h2, m2** şi **s2**, pentru al doilea interval). Să se calculeze suma celor două intervale de timp.
7. Se citesc trei numere reale. Să se calculeze minimul şi maximul modulelor lor.
8. Se citesc două numere naturale *a* şi *b*. Să se afişeze câte numere pare sunt în intervalul [a, b].

3.2.3. Structura repetitivă

Prin această structură se execută repetat o acțiune sau o secvență de acțiuni, atât timp cât condiția precizată este adevărată:

- ✓ Cât timp mai sunt bilete, vindeți bilete; sau, vindeți bilete până le terminați.
- ✓ Cât timp semaforul este verde, mai trece o maşină.
- ✓ Cât timp mai aveți numere, le adunați la sumă.
- ✓ Cât timp mai aveți greşeli de corectat, corectați greşeli; sau, corectați greşeli până ați corectat şi ultima greşeală.
- ✓ Cât timp mai aveți monede în buzunar, scoateți o monedă sau scoateți câte o monedă din buzunar până când nu mai aveți nici o monedă.
- ✓ Începând de la numărul 1, scrieți în ordine numerele până la 100.
- ✓ Începând de la numărul 2, scrieți în ordine numerele pare până la 50.

Executarea repetată a unei acțiuni sau a unei secvențe de acțiuni este un concept algoritmic foarte important. Metoda de implementare a unei astfel de repetiții este **structura repetitivă** sau **iterativă**, cunoscută sub numele de **ciclu** sau **buclă** (*loop*), în care un grup de acțiuni, numit **corpul ciclului** sau **iterație**, se execută repetat, sub un **proces de control** (testează *condiție*):

testează condiție
execută corpul ciclului
testează condiție
execută corpul ciclului
.....
testează condiție până când condiția nu mai este îndeplinită.

Exemplul 1

Se introduc de la tastatură mai multe numere, până când ultimul număr este 0, şi trebuie să se calculeze suma numerelor. Se vor folosi două variabile de memorie: **s** (suma), care va avea inițial valoarea 0, şi **a** (valoarea care se citeşte de la tastatură). Valoarea citită **a** se va aduna la sumă până când valoarea lui **a** va fi 0, adică putem spune **cât timp** *a<>0, adună-l pe* **a** *la* **s**. Algoritmul va fi:

execută s ← 0
citeşte valoarea lui a
testează a <> 0
execută s ← s+a; citeşte a;
testează a<>0
execută s ← s+a; citeşte a;
.....
testează a<>0 până când a=0 (condiția nu mai este îndeplinită)
scrie valoarea lui s

Exemplul 2

Să se calculeze suma a **n** numere introduse de la tastatură. Se vor folosi patru variabile de memorie: **n** (câte numere se citesc), **i** (un contor care numără câte numere s-au citit), care va avea inițial valoarea 1 (se citeşte primul număr), **s** (suma) care va avea inițial valoarea 0, şi **a** (valoarea care se citeşte de la tastatură). Valoarea citită **a** se va aduna la sumă până când valoarea contorului **i** va fi mai mare decât **n**, adică putem spune **pentru** *i<=n, adună-l pe* **a** *la* **s**. Algoritmul va fi:

citeşte n; execută s ← 0; execută i ← 1
testează i<=n
citeşte a; execută s ← s+a; execută i ← i+1
testează i<=n
citeşte a; execută s ← s+a; execută i ← i+1
.....
testează i<=n până când i>n (condiția nu mai este îndeplinită)
scrie valoarea lui s

Procesul de control cuprinde trei acțiuni:

Inițializarea. Stabileşte starea inițială, starea dinainte de prima parcurgere a corpului ciclului. În primul exemplu, inițializarea cuprinde operația de atribuire *s ← 0* şi citirea primului număr (*citeşte a*). În al doilea exemplu, inițializarea cuprinde operațiile de atribuire *s ← 0* şi *i ← 1*.

Testarea. Compară starea curentă cu starea care termină procesul de repetare şi are rolul de a termina procesul de ciclare. Dacă cele două stări sunt egale, procesul de executare repetată a corpului ciclului se termină. În primul exemplu, se compară valoarea numărului citit de la tastatură, **a**, cu **0** (*a<>0*) şi se continuă executarea repetată atât timp cât operatorul relaţional furnizează valoarea „adevărat". Procesul de executare repetată se termină atunci când valoarea lui **a** este 0. În al doilea exemplu, se compară valoarea contorului **i** cu numărul de executări repetate **n** (*i<=n*) şi se continuă ciclarea atât timp cât operatorul relaţional furnizează valoarea „adevărat". Procesul de executare repetată se termină atunci când valoarea lui **i** este mai mare ca **n**.

Modificarea. Schimbă starea curentă astfel încât să se avanseze către starea finală, care încheie procesul de repetare. Activitatea de modificare face parte din corpul ciclului. În primul exemplu, modificarea constă în citirea unei noi valori a lui **a** (*citeşte a*), care poate să fie 0, iar în exemplul al doilea modificarea constă în incrementarea cu 1 a contorului **i** ($i \leftarrow i+1$), prin care se evidenţiază faptul că s-a mai citit un număr din cele **n** numere şi că ne apropiem de citirea ultimului număr.

Iniţializarea şi modificarea sunt foarte importante, deoarece prin ele trebuie să se ajungă la condiţia de terminare. De exemplu, dacă ciclarea se încheie atunci când o variabilă de memorie **i** are valoarea **20**, şi dacă iniţializăm variabila de memorie **i** cu valoarea **0** şi o modificăm prin incrementare cu **3**, ea nu va avea niciodată valoarea **20**, necesară terminării executării repetate a corpului ciclului: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 etc. Un astfel de ciclu se numeşte **ciclu infinit** şi presupune executarea unui număr infinit de paşi, condiţie care contrazice definiţia unui algoritm.

Observaţi că cele două exemple diferă prin **informaţia pe care o avem referitor la numărul de executări repetate ale ciclului**. În primul exemplu, nu se cunoaşte de câte ori se execută structura repetitivă (condiţia de terminare este valoarea lui *a*, şi nu se ştie câte valori vor fi introduse pentru *a* până când *a* va avea valoarea 0). În al doilea exemplu, se cunoaşte de câte ori se execută structura repetitivă (condiţia de terminare este ca valoarea lui *i*, care porneşte iniţial de la valoarea 1, să ajungă printr-o incrementare cu 1 la valoarea *n*, deci să se execute de *n* ori corpul ciclului). În funcţie de acest criteriu, există:

- **structuri repetitive cu număr necunoscut de paşi,**
- **structuri repetitive cu număr cunoscut de paşi.**

Structura repetitivă cu număr cunoscut de paşi

În cazul **structurilor repetitive cu număr cunoscut** de paşi sunt necesare două variabile de memorie: una numită **contor** (în exemplu, **i**), care se foloseşte pentru a număra de câte ori s-a executat repetat corpul ciclului, şi una numită **număr de repetări** (în exemplu, **n**), care determină de câte ori trebuie să se execute repetat corpul ciclului. În acest caz, condiţia de executare repetată a corpului ciclului este ca valoarea contorului să fie mai mică sau cel mult egală cu valoarea numărului de repetări. Iniţializarea ciclului trebuie să conţină obligatoriu şi pasul de iniţializare a contorului, iar modificarea trebuie să conţină obligatoriu operaţia de incrementare a

contorului. Observați că acest tip de structură poate fi descris prin raționamentul **pentru... de la... până la... crescând cu... execută... sfârșit** (**for... to... by... do... endfor**) pe care îl putem folosi în pseudocod pentru descrierea structurii.

```
pentru contor← vi, vf [pas v] execută
        acțiune;
sfârșit_pentru;
```

→

```
for contor← vi,vf [by v] do
        acțiune;
endfor;
```

Cuvântul **pentru** (**for**) marchează începutul structurii iar cuvântul **sfârșit_pentru** (**endfor**) sfârșitul structurii. Virgula dintre *contor = vi* și *vf* delimitează operația de atribuire prin care se face inițializarea contorului (*vi*), de valoarea finală la care trebuie să ajungă contorul (*vf*), cuvântul **pas** (**by**) precede valorea cu care se incrementează contorul (*v*), iar cuvântul **execută** (**do**) marchează începutul secvenței de pași care se va executa repetat. Dacă incrementarea contorului se face cu valoarea 1, expresia **pas** *v* (**by** *v*) este implicită și nu mai trebuie menționată.

Exemplul 2 a fost transpus în pseudocod.

```
întreg i,n;
real  s,a;
început
 citește n;
 s ← 0;
 pentru i←1,n execută
    citește a;
    s ← s+a;
 sfârșit_pentru;
 scrie s;
sfârșit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul structurii repetitive cu număr cunoscut de pași:

1. Se citesc două numere naturale **m** și **n**. Calculați $\mathbf{n^m}$.
2. Se citesc de la tastatură **n** numere întregi. Să se afle câte numere sunt negative.
3. Se citesc de la tastatură **n** numere întregi. Să se calculeze media aritmetică a numerelor pare.
4. Să se afișeze primele **n** numere naturale divizibile cu 5.
5. S-a depus într-un cont la o bancă o sumă de **s** unități monetare. Banca practică următoarele dobânzi: **d1** – lunar, **d2** – trimestrial, **d3** – semestrial și **d4** – anual. Calculați ce sumă va fi în cont după **n** ani, dacă se capitalizează dobânda în toate cele patru cazuri. Ce dobândă este mai avantajoasă?
6. Se citesc două numere întregi, **a** și **b**. Să se calculeze produsul **a** × **b** fără a folosi operatorul pentru înmulțire (**Indicație**. Rezultatul se va obține prin adunarea repetată a lui |**a**| de |**b**| ori și se va face discuție după semnul operanzilor).
7. Se citesc două numere întregi, **a** și **b**. Să se calculeze câtul și restul împărțirii lui **a** la **b**, fără a folosi operatorii **mod** și **div** (**Indicație**. Rezultatul se va obține prin scăderea repetată a lui |**b**| din |**a**| și se va face discuție după semnul operanzilor).
8. Se citesc de la tastatură **n** numere întregi nenule. Să se calculeze suma celor de rang par și produsul celor de rang impar.
9. Se citește un număr natural **n**. Să se determine toate perechile de numere naturale **a** și **b** care verifică relația $\mathbf{a^2 + b^2 = n}$.
10. Calculați suma:
    $S = 1\times3 + 2\times5 + 3\times7 + \ldots\ldots\ldots\ldots + n\times(2n+1)$

unde n∈N, valoarea lui introducându-se de la tastatură.

11. Calculați suma:

$S = 1 + 1\times2 + 1\times2\times3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + 1\times2\times3\times\ldots\times n$

unde n∈N, valoarea lui introducându-se de la tastatură.

12. Calculați suma:

$S = 1^2 - 2^2 + 3^2 - 4^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + (-1)^{n+1}\times n^2$

unde n∈N, valoarea lui introducându-se de la tastatură.

13. Calculați suma:

$S = 1 - a + a^2 - a^3 + a^4 + \ldots\ldots\ldots\ldots + (-1)^n \times a^n$

unde a∈R şi n∈N, valorile lor introducându-se de la tastatură.

Structura repetitivă cu număr necunoscut de paşi

În funcție de momentul în care se face testarea, există două tipuri de **structuri repetitive cu număr necunoscut de paşi**:

- **structuri repetitive condiționate anterior,**
- **structuri repetitive condiționate posterior.**

Structura repetitivă condiționată anterior testează condiția de terminare a ciclului înainte de executarea corpului ciclului. Acest tip de structură poate fi descris prin raționamentul **cât timp... execută... sfârşit (while... do.. endwhile)** pe care îl putem folosi în pseudocod pentru descrierea structurii.

```
cât timp condiție execută
    acțiune;
sfârşit_cât_timp;
```

→

```
while condiție do
    acțiune;
endwhile;
```

Cuvântul **cât timp (while)** marchează începutul structurii, iar cuvântul **sfârşit_cât_timp (endwhile)** – sfârşitul structurii. Cuvintele **cât timp (while)** şi **execută (do)** delimitează expresia logică ce se evaluează pentru a testa condiția de terminare a ciclului (corpul ciclului se execută dacă expresia logică are valoarea „adevărat"), iar cuvântul **execută (do)** marchează începutul secvenței de paşi care se vor executa repetat.

Structura repetitivă condiționată posterior testează condiția de terminare a ciclului după executarea corpului ciclului. Acest tip de structură poate fi descris prin raționamentul **repetă... până când... (repeat... until...)** pe care îl putem folosi în pseudocod, pentru descrierea structurii.

```
repetă
    acțiune;
până_când condiție;
```

→

```
repeat
    acțiune;
until condiție;
```

Cuvântul **repetă (repeat)** marchează începutul structurii, iar sfârşitul expresiei logice marchează sfârşitul structurii. Cuvintele **repetă (repeat)** şi **până_când (until)** delimitează secvența de paşi care se va executa repetat, iar cuvântul **până_când**

(**until**) precede expresia logică ce se evaluează pentru a testa condiția de terminare a ciclului (ciclul se termină când condiția logică are valoarea *adevărat*, altfel spus, corpul ciclului se execută cât timp expresia logică are valoarea *fals*).

Același algoritm iterativ poate fi descris prin ambele tipuri de structuri repetitive. Exemplul 1 a fost transpus în pseudocod și schemă logică prin cele două tipuri de structuri.

Structura repetitivă condiționată anterior

```
real s,a;
început
  s ← 0;
  citește a;
  cât timp a<>0 execută
    s ← s+a;
    citește a;
  sfârșit_cât_timp;
  scrie s;
sfârșit.
```

Structura repetitivă condiționată posterior

```
real s,a;
început
  s ← 0;
  citește a;
  repetă
    s ← s+a;
    citește a;
  până_când a=0;
  scrie s;
sfârșit.
```

Structura repetitivă condiționată posterior mai poate fi descrisă și prin raționamentul **execută... cât timp ...** (**do... while...**) pe care îl putem folosi în pseudocod, pentru descrierea structurii.

Cuvântul **execută** (**do**) marchează începutul structurii, iar sfârșitul expresiei logice marchează sfârșitul structurii. Cuvintele **execută** (**do**) și **cât_timp** (**while**) delimitează secvența de pași care se va executa repetat, iar cuvântul **cât_timp** (**while**) precede expresia logică ce se evaluează pentru a testa condiția de terminare a ciclului (ciclul se execută cât timp expresia logică are valoarea *adevărat*, altfel spus execuția sa se termină când expresia logică are valoarea *fals*).

Structura repetitivă cât_timp ... sfârșit_cât_timp

```
real s,a;
început
  s ← 0;
  citește a;
  cât timp a<>0 execută
    s ← s+a;
    citește a;
  sfârșit_cât_timp;
  scrie s;
sfârșit.
```

Structura repetitivă execută... cât_timp ...

```
real s,a;
început
  s ← 0;
  citește a;
  execută
    s ← s+a;
    citește a;
  cât_timp a<>0;
  scrie s;
sfârșit.
```

Observații:

1. Pentru același algoritm, cele două condiții de testare a terminării executării repetate folosite de cele două tipuri de structuri repetitive **cât timp** și **repetă** sunt complementare. În exemplu, **not**(a<>0) = (a=0). Dacă notăm cu *c1* condiția structurii **cât timp** și cu *c2* condiția structurii **repetă**, atunci:
   not(*c1*) = *c2*
2. Pentru același algoritm, cele două condiții de testare a terminării executării repetate folosite de structurile repetitive **cât timp** și **execută** sunt aceleași. În exemplu (a<>0) = (a<>0). Dacă notăm cu *c1* condiția structurii **cât timp** și cu *c2* condiția structurii **execută**, atunci:
   c1 = *c2*
3. În cazul structurii condiționate posterior este obligatoriu să se execute acțiunea cel puțin o dată, spre deosebire de structura repetitivă condiționată anterior, unde este posibil să nu se execute niciodată (în exemplu, cazul în care prima valoare citită pentru *a* este 0).

Concluzii:

Orice structură repetitivă condiționată anterior poate fi transformată într-o structură repetitivă condiționată posterior. Reciproca este și ea adevărată.

Dacă vom considera că în corpul ciclului există două tipuri de acțiuni: una de modificare, care schimbă starea curentă astfel încât să se avanseze către starea finală (*acțiune_modificare*), și una prin care se efectuează prelucrările obișnuite (*acțiune_prelucrare*), atunci următoarele două structuri sunt echivalente:

Structura repetitivă condiționată anterior	Structura repetitivă condiționată posterior

acțiune_inițializare;
cât timp *condiție* **execută**
  acțiune_prelucrare;
  acțiune_modificare;
sfârșit_cât_timp;
	acțiune_inițializare;
	repetă
	  acțiune_prelucrare;
	  acțiune_modificare;
	până_când not *condiție;*

Orice structură repetitivă cu număr cunoscut de pași poate fi transformată într-o structură repetitivă cu număr necunoscut de pași. Reciproca nu este adevărată.

Structura repetitivă cu număr cunoscut de pași	Structura repetitivă cu număr necunoscut de pași condiționată posterior

pentru *contor* ← vi,vf **execută**
  acțiune_prelucrare;
sfârșit_pentru;
	contor ← vi;
	cât timp *contor<=vf*
	  acțiune_prelucrare;
	  contor ← *contor+1;*
	sfârșit_cât_timp;

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul structurii repetitive cu număr necunoscut de paşi:

1. Se citesc mai multe numere până când ultimul număr citit este zero. Să se afle câte numere sunt pozitive şi câte numere sunt negative.
2. Se citesc mai multe numere întregi până când ultimul număr citit este zero. Să se calculeze media aritmetică a numerelor impare.
3. Se citeşte un număr natural **n**. Să se afişeze toate numerele naturale mai mici decât *n* care sunt divizibile cu 3.
4. Se citesc mai multe numere întregi până când ultimul număr citit este zero. Să se calculeze suma celor de rang par şi produsul celor de rang impar.

3.3. Algoritmi elementari

Aţi văzut că cea mai importantă etapă în rezolvarea unei probleme cu ajutorul calculatorului este cea de stabilire a algoritmului, deci de găsire a metodei de rezolvare a problemei a cărei soluţie urmează să fie calculată. Pentru a vă uşura munca de descoperire a algoritmului, puteţi să vă folosiţi de **algoritmi elementari**. Aceşti algoritmi oferă metode de rezolvare pentru probleme clasice:

- ✓ **algoritmi pentru interschimbarea valorilor a două numere;**
- ✓ **algoritmi pentru determinarea valorii minime (maxime);**
- ✓ **algoritmi pentru prelucrarea cifrelor unui număr;**
- ✓ **algoritmi pentru determinarea c.m.m.d.c. dintre două numere;**
- ✓ **algoritmi pentru testarea numerelor prime;**
- ✓ **algoritmi pentru prelucrarea divizorilor unui număr;**
- ✓ **algoritmi pentru conversii între sisteme de numeraţie;**
- ✓ **algoritmi pentru generarea şirurilor recurente.**

Cu ajutorul acestor algoritmi puteţi prelucra un număr sau o mulţime de valori numerice pentru a obţine informaţii.

3.3.1. Algoritmi pentru interschimbare

Interschimbarea valorilor a două variabile de memorie *x* şi *y* nu se poate face prin simpla atribuire a noii valori, deoarece secvenţa de atribuiri x←y; şi y←x; duce la pierderea valorii lui *x*, iar secvenţa de atribuiri y←x; şi x←y; duce la pierderea valorii lui *y*. Pentru a realiza interschimbarea, puteţi folosi una dintre următoarele variante de algoritmi:

Varianta 1. Interschimbarea valorilor a două variabile (*a* şi *b*) **prin folosirea unei variabile intermediare** (*x*). Variabila intermediară se foloseşte pentru salvarea valorii care se distruge prin prima operaţie de atribuire. Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Se salvează valoarea primei variabile (a) în variabila x, prin x ← a.*
Pasul 2. *Se atribuie primei variabile, a cărei valoare a fost salvată (a), valoarea celei de a doua variabile (b), prin a ← b.*

Pasul 3. *Se atribuie celei de a doua variabile (b) valoarea primei variabile care a fost salvată (x), prin b ← x.*

Varianta 2. Interschimbarea valorilor a două variabile (*a* şi *b*) **fără folosirea unei variabile intermediare**. Se folosesc identităţile matematice **a=(a-b)+b** şi **b=((a-b)+b)-(a-b)**. Pentru interschimbarea valorilor se foloseşte valoarea *a-b*, care va fi atribuită iniţial variabilei *a*.

Varianta 1

```
real a,b,x;
început
 citeşte a,b;
 x ← a;
 a ← b;
 b ← x;
 scrie a,b;
sfârşit.
```

Varianta 2

```
real a,b;
început
 citeşte a,b;
 a ← a-b;
 b ← a+b;
 a ← b-a;
 scrie a,b;
sfârşit.
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul de interschimbare în rezolvarea unei probleme.

Enunţul problemei: *Se citeşte un număr natural format din 3 cifre. Să se afişeze numărul minim care se poate forma din cifrele sale.* De exemplu, dacă numărul este 312, numărul minim care se poate forma cu cifrele sale este 123.

Algoritmul constă în executarea următorilor paşi:

Pasul 1. *Se extrag cifrele numărului.*
Pasul 2. *Se ordonează crescător cifrele numărului.*
Pasul 3. *Se formează un nou număr din cifrele ordonate crescător.*

Pentru ordonarea crescătoare a cifrelor, se va rafina **Pasul2. Procesul de rafinare** constă în descompunerea unei probleme în subprobleme.

Considerând cifrele numărului: *a* (cifra sutelor), *b* (cifra zecilor) şi *c* (cifra unităţilor), pentru a le ordona le vom compara două câte două şi, dacă nu respectă relaţia de ordine precizată, le interschimbăm:

Pasul 2.1. *Se compară **a** cu **b**. Dacă **a** este mai mare decât **b**, se interschimbă **a** cu **b**.*
Pasul 2.2. *Se compară **b** cu **c**. Dacă **b** este mai mare decât **c** ,se interschimbă **b** cu **c**.*
Pasul 2.3. *Se compară **a** cu **b**. Dacă **a** este mai mare decât **b**, se interschimbă **a** cu **b**.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;

- **Data de intrare** *n* pentru număr.
- **Date intermediare** *a*, *b* şi *c*, pentru cifrele numărului, şi *x* pentru operaţia de interschimbare.
- **Data de ieşire** *n* pentru noul număr (putem folosi aceeaşi variabilă de memorie, deoarece nu mai avem nevoie de vechea valoare a numărului).

Algoritmul este:

```
întreg n,a,b,c,x;
început
 citește n;
 a ← n div 100; b ← (n div 10) mod 10; c ← n mod 10;
 dacă a>b
  atunci x ← a; a ← b;  b ← x;
 sfârșit_dacă
 dacă b>c
  atunci x ← b; b ← c;  c ← x;
 sfârșit_dacă
 dacă a>b
  atunci x ← a; a ← b;  b ← x;
 sfârșit_dacă
 n ← a*100+b*10+c;
 scrie n;
sfârșit.
```

Pentru testarea algoritmului folosiți următoarea mulțime de valori pentru data de intrare **n**: {123, 132, 213, 231, 312, 321}. Testați algoritmul.

Refaceți algoritmul folosind metoda de interschimbare care nu utilizează o variabilă intermediară. Testați algoritmul.

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmului de interschimbare:

1. Se citesc trei numere întregi *a*, *b* și *c*. Dacă numerele sunt diferite de zero, să se afișeze media lor geometrică; altfel, să se afișeze numerele în ordine descrescătoare.
2. Se citește un număr natural format din 3 cifre. Să se afișeze numărul maxim care se poate forma din cifrele sale.
3. Se citește un număr natural format din 4 cifre. Să se afișeze numărul maxim și numărul minim care se pot forma din cifrele sale.

3.3.2. Algoritm pentru determinarea maximului (minimului)

Algoritmul determină valoarea maximă (minimă) dintr-un șir de numere introduse de la tastatură. Algoritmul constă în atribuirea valorii primului element maximului (minimului) și compararea acestei valori cu elementele din șir. Pașii care se execută sunt:

Pasul 1. *Se citește primul număr* ***a****.*
Pasul 2. *Se atribuie maximului valoarea lui* ***a****, prin max ←a.*
Pasul 3. *Se citește următorul număr* ***a****.*
Pasul 4. *Dacă a>max, atunci se atribuie maximului valoarea lui* ***a****, prin max←a.*
Pasul 5. *Dacă mai sunt date de citit, se revine la* ***Pasul 3****.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;

- ✓ **Data de intrare** *a* pentru citirea unui număr.
- ✓ **Data de ieșire** *max* pentru valoarea maximă.

Varianta 1. Se introduce un şir de *n* numere de la tastatură. Să se afişeze maximul dintre aceste numere.

Varianta 2. Se introduce un şir de numere de la tastatură până la întâlnirea valorii *0*. Să se afişeze maximul dintre aceste numere.

Varianta 1

```
întreg a,max,n,i;
început
 citeşte n,a;
 max ← a;
 pentru i ← 2,n execută
    citeşte a;
    dacă a>max
      atunci max ← a;
    sfârşit_dacă;
 sfârşit_pentru;
 scrie max;
sfârşit.
```

Varianta 2

```
întreg a,max;
început
 citeşte a;
 max ← a;
 cât timp a<>0 execută
    dacă a>max
      atunci max ← a;
    sfârşit_dacă;
    citeşte a;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie max;
sfârşit.
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul pentru determinarea valorii maxime (minime).

Enunţul problemei: *Se introduc de la tastatură n numere. Să se afişeze valoarea maximă şi de câte ori apare în şir.*

Pentru numărarea aparițiilor maximului se foloseşte variabila de memorie **k**.

Pasul 1. *Se citeşte primul număr* ***a***.
Pasul 2. *Se atribuie maximului valoarea lui* ***a***, *prin max←a, şi se iniţializează contorul* ***k***, *prin k←1.*
Pasul 3. *Se citeşte următorul număr* ***a***.
Pasul 4. *Dacă a=max, atunci se incrementează contorul* ***k***, *prin k←k+1.*
Pasul 5. *Dacă a>max, atunci se atribuie maximului valoarea lui* ***a***, *prin max←a, şi se iniţializează contorul* ***k***, *prin k←1.*
Pasul 6. *Dacă mai sunt date de citit, se revine la* ***Pasul 3***.

```
întreg a,max,n,i;
început
 citeşte n,a;
 max ← a; k ← 1;
 pentru i ← 2,n execută
   citeşte a;
   dacă a=max
     atunci k ← k+1;
     altfel dacă a>max
              atunci max ← a; k ← 1;
            sfârşit_dacă;
   sfârşit_dacă;
```

```
sfârşit pentru;
scrie max,k;
sfârşit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmilor de determinare a minimului (maximului)

1. Se introduc de la tastatură *n* numere. Să se afişeze valoarea minimă şi valoarea maximă.
2. Se introduce un şir de numere de la tastatură, până la întâlnirea valorii *0*. Să se afişeze maximul şi minimul dintre aceste numere.
3. La un concurs, comisia de notare este formată din *n* membri. Să se scrie algoritmul de calcul al mediei, ştiind că nota cea mai mică şi nota cea mai mare nu sunt luate în considerare la calcularea mediei.
4. Se introduce un şir de numere de la tastatură, până la întâlnirea valorii *0*. Să se afişeze valoarea maximă şi de câte ori apare în şir.
5. Se introduce un şir de numere întregi de la tastatură, până la întâlnirea valorii *0*. Să se afişeze:
   a) maximul dintre numerele negative;
   b) minimul dintre numerele negative;
   c) maximul dintre numerele pozitive;
   d) minimul dintre numerele pozitive.
6. Se introduce un şir de *n* numere întregi de la tastatură. Să se afişeze:
   a) maximul dintre numerele negative;
   b) minimul dintre numerele negative;
   c) maximul dintre numerele pozitive;
   d) minimul dintre numerele pozitive.
7. Se introduc de la tastatură *n* numere întregi. Să se afişeze primele două valori maxime (sau, variantă, minime) şi de câte ori apar în şirul de numere.

3.3.3. Algoritmi pentru prelucrarea cifrelor unui număr

Pentru prelucrarea cifrelor unui număr puteţi folosi următorii algoritmi;

- ✓ **algoritmul pentru extragerea cifrelor unui număr;**
- ✓ **algoritmul pentru compunerea unui număr din cifrele sale;**
- ✓ **algoritmul pentru determinarea inversului unui număr (inversarea cifrelor unui număr).**

Algoritmul pentru extragerea cifrelor unui număr

Algoritmul determină cifrele unui număr *n*, prin extragerea pe rând a fiecărei cifre *c* (începând cu cifra unităţilor), cu operaţia *n* ***mod*** *10*, şi eliminarea din număr a cifrei extrase, cu operaţia *n* ***div*** *10*. Aceste operaţii se execută cât timp mai există cifre de extras din *n* (***n<>0***). Paşii care se execută sunt:

Pasul 1. *Se extrage cifra cea mai nesemnificativă, cu operaţia c ←n* ***mod*** *10.*
Pasul 2. *Se afişează (se prelucrează) cifra.*

Pasul 3. *Se elimină din număr cifra extrasă, cu operația n ← n **div** 10.*
Pasul 4. *Dacă **n<>0**, atunci se revine la **Pasul 1**.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie:
- ✓ **Data de intrare** *n* pentru numărul care se citeşte.
- ✓ **Data de ieşire** *c* pentru cifra numărului.

```
întreg n,c;
început
 citeşte n;
 cât timp n<>0 execută
    c ← n mod 10;
    scrie c;
    n ← n div 10;
 sfârşit_cât_timp;
sfârşit.
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul pentru extragerea cifrelor unui număr.

Enunțul problemei 1: *Se citeşte un număr natural **n**. Să se afişeze suma şi produsul cifrelor sale.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie:
- ✓ **Data de intrare**: *n*, pentru numărul care se citeşte.
- ✓ **Date de ieşire**: *s*, pentru suma cifrelor, şi *p*, pentru produsul cifrelor numărului.

Enunțul problemei 2: *Se introduce de la tastatură un şir de numere naturale, până la citirea valorii 0. Să se afişeze toate perechile de numere introduse consecutiv care au proprietatea că al doilea număr este egal cu suma cifrelor primului număr.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;
- ✓ **Date de intrare**: *a* şi *b*, pentru perechile de numere citite consecutiv.
- ✓ **Date intermediare**: *s* pentru calcularea sumei cifrelor şi *x* pentru salvarea valorii lui *a*.
- ✓ **Date de ieşire**: perechile de numere *a* şi *b* care îndeplinesc condiția.

Algoritmii sunt:

Problema 1

```
întreg n,s,p;
început
 citeşte n;
 s ← 0; p ← 1;
 cât timp n<>0 execută
    s ← s+n mod 10;
    p ← p*(n mod 10);
    n ← n div 10;
 sfârşit_cât_timp;
scrie s,p;
sfârşit.
```

Problema 2

```
întreg a,b,s,x;
început
 citeşte a,b;
 cât timp b<>0 execută
    s ← 0; x ← a;
    cât timp x<>0 execută
      s ← s+x mod 10;
      x ← x div 10;
    sfârşit_cât_timp;
    dacă s=b
      atunci scrie a,b;
```

```
    sfârşit_dacă;
    a ← b;
    citeşte b;
  sfârşit_cât_timp;
sfârşit.
```

Alegeți, pentru testarea algoritmilor, câte o mulțime completă de seturi de date de intrare. Testați algoritmii.

Algoritmul pentru compunerea unui număr din cifrele sale

Citirea cifrelor numărului se face începând cu cifra cea mai semnificativă. Algoritmul foloseşte reprezentarea numărului în baza 10:

$$a_n a_{n-1}...a_1 a_0 = a_n \times 10^n + a_{n-1} \times 10^{n-1} + ... + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0$$

Varianta 1. Se introduc pe rând de la tastatură cele *n* cifre ale unui număr, începând cu cifra cea mai semnificativă. Să se afişeze numărul *nr* obținut din aceste cifre. Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Se citeşte numărul de cifre* ***n****.*
Pasul 2. *Se calculează* ***p*** *ca fiind* 10^{n-1} *astfel:*
  Pasul 2.1. *Se inițializează* ***p****, cu valoarea 1, prin operația p←1.*
  Pasul 2.2. *Se inițializează contorul i, cu care se numără puterea lui 10, cu cu valoarea 1, prin operația* ***i****←1.*
  Pasul 2.3. *Se înmulțeşte* ***p*** *cu valoarea 10, prin operația p←p*10.*
  Pasul 2.4. *Se incrementează contorul* ***i*** *cu 1, prin operația i←i+1.*
  Pasul 2.5. *Dacă i<=n-1, se revine la pasul 2.3.*
Pasul 3. *Se inițializează numărul* ***nr*** *cu valoarea 0, prin operația nr←0.*
Pasul 4. *Se inițializează contorul* ***i****, cu care se numără cifrele citite, cu 1, prin i←1.*
Pasul 5. *Se citeşte cifra* ***c****.*
Pasul 6. *Se adună la numărul* ***nr*** *cifra* ***c*** *înmulțită cu puterea lui 10 corespunzătoare poziției ei în număr, prin operația nr←nr+c*p.*
Pasul 7. *Se decrementează puterea lui 10, prin operația p←p* ***div*** *10.*
Pasul 8. *Se incrementează contorul* ***i*** *cu 1, prin operația de atribuire i←i+1.*
Pasul 9. *Dacă i<=n, atunci se revine la* ***Pasul 5****.*
Pasul 10. *Se afişează numărul* ***nr****.*

Varianta 1. Se introduc pe rând, de la tastatură, mai multe numere care reprezintă cifrele unui număr, până când se introduce un număr care nu poate fi cifră. Să se afişeze numărul *nr* obținut din aceste cifre. Pentru rezolvarea problemei, algoritmul foloseşte următorul mod de grupare a termenilor reprezentării numărului în baza 10:

$$a_n a_{n-1}...a_1 a_0 = (...((a_n \times 10 + a_{n-1}) \times 10 + a_{n-2}) \times 10 + ... + a_1) \times 10 + a_0$$

Paşii care se execută sunt:

Pasul 1. *Se inițializează numărul* ***nr*** *cu valoarea 0, prin operația nr←0.*
Pasul 2. *Se citeşte cifra* ***c****.*
Pasul 3. *Se adună la numărul* ***nr*** *înmulțit cu 10 cifra citită, prin nr←nr*10+c.*
Pasul 4. *Se citeşte cifra c.*
Pasul 5. *Dacă* ***c*** *este o cifră (c>=0* ***and*** *c<=9), atunci se revine la* ***Pasul 3****.*

Pasul 6. *Se afişează numărul* ***nr.***

Varianta 1

```
intreg n,p,nr,i;
inceput
 citeşte n;
 p ← 1;
 pentru i ← 1,n-1 execută
   p ← p*10;
 sfârşit pentru;
 nr ← 0;
 pentru i ← 1,n execută
  citeşte c;
  nr ← nr + c*p;
  p ← p div 10;
 sfârşit_pentru;
 scrie nr;
sfârşit.
```

Varianta 2

```
intreg c,nr;
inceput
 nr ← 0;
 citeşte c;
 cât timp c>=0 and c<=9 execută
   nr ← nr*10 + c;
   citeşte c;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie nr;
sfârşit.
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul pentru compunerea unui număr din cifrele sale.

Enunțul problemei: *Se citesc mai multe numere, care reprezintă cifrele unui număr binar, până când numărul citit nu mai este cifră binară. Să se afişeze numărul binar.* De exemplu, dacă se introduc numerele 1, 0, 1, 1, 5, numărul binar afişat va fi 1011.

Pentru a scrie pe ecran numărul obținut, se va folosi scrierea lui ca un număr în baza 10 (cu cifrele corespunzătoare reprezentării în baza 2).

```
intreg c,nr;
inceput
 nr ← 0;
 citeşte c;
 cât timp c=0 or c=1 execută
   nr ← nr*10 + c;
   citeşte c;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie nr;
sfârşit.
```

Algoritmul pentru determinarea inversului unui număr

Algoritmul determină *inv*, inversul numărului *n*, prin extragerea pe rând a fiecărei cifre (începând cu cifra unităților) din numărul *n* şi compunerea unui nou număr cu aceste cifre. De exemplu, dacă numărul este 123, inversul va fi 321. Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Se citeşte numărul* ***n.***
Pasul 2. *Se iniţializează numărul invers* ***inv*** *cu valoarea 0, prin operaţia inv←0.*

Pasul 3. *Se extrage cifra cea mai nesemnificativă din numărul* ***n*** *şi se adună cifra la numărul* ***inv*** *înmulţit cu 10, prin operaţia inv ← inv*10 + n* ***mod*** *10.*

Pasul 4. *Se elimină din numărul n cifra extrasă, cu operaţia n ←n* ***div*** *10.*

Pasul 5. *Dacă* ***n<>0****, atunci se revine la* ***Pasul 3****.*

```
întreg n,inv;
început
 citeşte n;
 inv ← 0;
 cât timp n<>0 execută
    inv ← inv*10 + n mod 10;
    n ← n div 10;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie inv;
sfârşit.
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul pentru determinarea inversului unui număr.

Enunţul problemei: *Se citeşte un număr natural n. Să se verifice dacă este* ***palindrom*** *(un număr este palindrom dacă, citit de la stânga la dreapta şi de la dreapta la stânga, are aceeaşi valoare; de exemplu, 12321).*

Deoarece, prin calcularea inversului numărului *n*, valoarea acestuia se pierde prin eliminarea cifrelor, iar după calcularea inversului mai avem nevoie de valoarea lui *n* pentru a o compara cu valoarea inversului, se va folosi o variabilă de memorie *nr* pentru a salva valoarea lui *n*.

```
întreg n,nr,inv;
început
 citeşte n;
 nr ← n; inv ← 0;
 cât timp n<>0 execută
    inv ← inv*10 + n mod 10;  n ← n div 10;
 sfârşit_cât_timp;
 dacă nr=inv
     atunci scrie "Numarul este palindrom";
     altfel scrie "Numarul nu este palindrom";
 sfârşit_dacă;
sfârşit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmilor pentru prelucrarea cifrelor unui număr:

1. Se citeşte un număr natural *n*. Să se afişeze suma şi produsul cifrelor pare (sau impare).
2. Se citeşte un număr natural *n*. Să se afişeze suma şi produsul cifrelor din poziţiile pare (sau, variantă, impare). Numărarea poziţiilor se face începând cu cifra cea mai semnificativă.

3. Se introduc de la tastatură *n* numere. Să se afişeze cea mai mare cifră a fiecărui număr.
4. Să se afişeze toate numerele naturale care au proprietatea că sunt egale cu pătratul sumei cifrelor lor (**Indicaţie**. Se demonstrează matematic că un astfel de număr nu poate avea decât maxim 4 cifre. Exemplu: $81 \Rightarrow 8+1=9$; $81=9\times9$).
5. Să se afişeze toate numerele naturale mai mici decât *n* care au proprietatea că pătratul şi cubul fiecăruia au cel puţin o cifră comună.
6. Să se afişeze toate numerele naturale mai mici decât *n* care au proprietatea că pătratul şi cubul fiecăruia au cel puţin o cifră comună; pentru fiecare număr găsit să se afişeze câte cifre sunt comune şi care sunt acelea.
7. Se citesc *n* numere naturale. Să se afişeze, pentru fiecare număr din şir, numărul obţinut prin eliminarea tuturor cifrelor 0.
8. Să se afişeze toate numerele care sunt palindrom şi care aparţin intervalului [*a*,*b*]. Valorile pentru *a* şi *b* se citesc de la tastatură.
9. Se citeşte un şir de *n* numere naturale. Să se afişeze cele care sunt palindroame.
10. Să se afişeze toate numerele din intervalul [*a*, *b*] care au suma cifrelor un număr par. Valorile pentru *a* şi *b* se citesc de la tastatură.
11. Se citeşte un număr natural. Să se afişeze inversul sumei cifrelor sale.
12. Se citesc de la tastatură un număr $k\neq0$ şi un şir de numere întregi, până la întâlnirea numărului 0. Să se afişeze câte numere din şir au suma cifrelor *k*.
13. Să se găsească toate numerele de două cifre care au proprietatea că inversul pătratului fiecăruia este egal cu pătratul inversului.
14. Se introduce de la tastatură un şir de *n* numere naturale. Să se afişeze câtul şi restul împărţirii dintre suma numerelor şi suma cifrelor sumei numerelor.
15. Se introduce de la tastatură un şir de numere naturale, până la citirea numărului 0. Să se afişeze toate tripletele de numere introduse consecutiv care au proprietatea că al doilea şi al treilea număr sunt egale cu câtul, respectiv cu restul dintre împărţirea primului număr la suma cifrelor sale.
16. Se citeşte un număr natural *n*. Să se afişeze toate numerele mai mici decât *n* care sunt egale cu suma pătratelor cifrelor lor.
17. Se citesc de la tastatură un număr $k\in[0, 9]$ şi un şir de numere naturale, până la citirea numărului 0. Să se afişeze toate perechile de numere introduse consecutiv care au proprietatea că au acelaşi număr de apariţii ale cifrei *k* în pătratul lor.
18. Se introduce de la tastatură un şir de numere naturale până la citirea numărului 0. Să se afişeze toate perechile de numere introduse consecutiv care au proprietatea că suma cifrelor primului număr este pară, iar suma cifrelor celui de al doilea număr este impară.
19. Se citeşte un număr natural *n*. Să se afişeze numărul obţinut prin eliminarea cifrei din mijloc, dacă *n* are un număr impar de cifre, respectiv a celor două cifre din mijloc, dacă *n* are un număr par de cifre.
20. Să se calculeze suma tuturor numerelor formate din cifre impare distincte. **Indicaţie**: cel mai mic număr este 1, iar cel mai mare 97531.

3.3.4. Algoritmi pentru calcularea c.m.m.d.c.

Pentru calcularea c.m.m.d.c dintre două numere naturale nenule, se folosesc următorii algoritmi:

Varianta 1. Foloseşte **algoritmul lui Euclid**, care **atribuie** lui *b* **restul** împărţirii lui *a* la *b*, iar lui *a* vechea valoare a lui *b*. Rezolvarea problemei se bazează pe condiţia b≠0. Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Se împarte **a** la **b** şi se obţine restul **r** (r← a mod b).*
Pasul 2. *Se execută operaţiile de atribuire a←b; b←r.*
Pasul 3. *Dacă b<>0, atunci se revine la **Pasul 1**; altfel, **cmmdc**←a.*

De exemplu, dacă a=18 şi b=12, calculul se desfăşoară astfel:

1. Se calculează restul: r = 18 mod 12 = 6.
2. Se fac atribuirile: a=12, b=6.
3. b≠0 (6≠0) ⇒ Se calculează restul: r = 12 mod 6 = 0.
4. Se fac atribuirile: a=6, b=0.
5. b=0 (0=0) ⇒ cmmdc = a = 6.

Verificaţi algoritmul şi pentru a=12 şi b=18.

Varianta 2. Foloseşte **algoritmul de scădere repetată** a valorii celei mai mici din valoarea cea mai mare. Rezolvarea problemei se bazează pe condiţia a≠b. Paşii care se execută sunt:

Pasul 1. *Se scade, din numărul mai mare, celălalt număr: dacă a>b, se execută operaţia a←a-b; altfel, se execută operaţia b←b-a.*
Pasul 2. *Dacă a<>b, atunci se revine la **Pasul 1**, altfel **cmmdc**←a.*

De exemplu, dacă a=18 şi b=12, calculul se desfăşoară astfel:

1. a>b ⇒ Se face atribuirea: a=18-12=6.
2. b>a ⇒ Se face atribuirea: b=12-6=6.
3. a=b (6=6) ⇒ cmmdc = a = 6.

Varianta 1

```
întreg a,b,r;
început
 citeşte a,b;
 cât timp b<>0 execută
    r ← a mod b;
    a ← b;
    b ← r;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie "cmmdc=",a;
sfârşit.
```

Varianta 2

```
întreg a,b;
început
 citeşte a,b;
 cât timp a<>b execută
     dacă a>b
        atunci a ← a-b;
        altfel b ← b-a;
     sfârşit_dacă
 sfârşit_cât_timp;
 scrie "cmmdc=",a;
sfârşit.
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul pentru calcularea c.m.m.d.c. a două numere.

Enunțul problemei: *Să se calculeze cel mai mic multiplu comun şi cel mai mare divizor comun a două numere naturale* ***a*** *şi* ***b*** *care se introduc de la tastatură.*

Calcularea c.m.m.m.c. a două numere se bazează pe calculul c.m.m.d.c. Dacă notăm cmmdc(a,b) cu **c** şi cmmmc(a,b) cu **m**, atunci $a = x \times c$, iar $b = y \times c$, unde x şi y sunt prime între ele. Rezultă că $m = x \times y \times c = (a/c) \times (b/c) \times c = a \times b/c$.

Deoarece prin algoritmul de calcul al c.m.m.d.c. se pierd valorile inițiale ale lui *a* şi *b*, ele se vor salva în două variabile de memorie: *x* şi *y*.

În cazul în care *a* şi *b* au ambele valoarea 0, c.m.m.d.c. nu se poate calcula.

Algoritmul este:

```
întreg a,b,c,r,x,y,m;
început
 citeşte a,b;
 x ← a; y ← b;
 dacă b=0
   atunci c ← a;
   altfel
      cât timp b<>0 execută
            r ← a mod b; a ← b; b ← r;
      sfârşit_cât_timp;
      c ← a;
 sfârşit_dacă;
 dacă c=0
  atunci scrie "Nu se pot calcula; ambele numere sunt 0";
  altfel
      dacă x=0 or y=0
          atunci scrie "Nu se poate calcula c.m.m.m.c.";
                 scrie "c.m.m.d.c.= ",c;
          altfel m ← x*y/c;
                 scrie c,m;
      sfârşit_dacă
 sfârşit_dacă
sfârşit.
```

Alegeți pentru testarea algoritmului o mulțime completă de seturi de date de intrare. Testați algoritmul.

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmilor pentru calculul c.m.m.d.c.:

1. Se citesc de la tastatură două numere naturale *n* şi *k* ($2 \le k \le n$). Să se afişeze toate perechile de numere naturale mai mici decât *n* al căror c.m.m.d.c. este *k*.
2. Să se scrie algoritmul prin care se calculează c.m.m.d.c. şi c.m.m.m.c. a 3 numere introduse de la tastatură. Să se generalizeze problema pentru *n* numere introduse de la tastatură.
3. Să se afişeze toate numerele naturale, mai mici decât un număr natural *n*, care sunt prime cu *n*, *n* introducându-se de la tastatură (două numere naturale se numesc **prime între ele** dacă cel mai mare divizor comun al lor este 1).

3.3.5. Algoritmi pentru testarea unui număr prim

Algoritmul de verificare dacă un număr natural *n* este prim constă în generarea tutor numerelor naturale mai mari sau egale cu 2 şi mai mici sau egale cu sqrt(*n*) şi verificarea, pentru fiecare număr generat, dacă îl divide pe *n*. Dacă există cel puţin un astfel de număr, numărul *n* nu este prim. Pentru a şti dacă există cel puţin un număr care îl divide pe *n*, se va folosi o variabilă logică *x*, care va avea valoarea *True* dacă numărul este prim şi *False* dacă numărul nu este prim. Se presupune că numărul este prim (variabila *x* se iniţializează cu valoarea *True*) şi, pentru primul număr găsit în şirul de numere generate care îl divide pe *n*, se va schimba valoarea variabilei *x* în *False* (numărul nu mai este considerat prim). Pentru generarea şirului de numere se foloseşte o variabilă contor *i* care va fi iniţializată cu valoarea 2 şi care se va incrementa cu 1 până va avea valoarea [sqrt(*n*)]. Paşii care se execută sunt:

Pasul 1. *Se iniţializează variabila* ***x*** *prin operaţia x←**T**.*
Pasul 2. *Se generează prima cifră din şirul de numere, prin operaţia i ←2.*
Pasul 3. *Dacă* ***n*** *se divide cu* ***i****, atunci se schimbă valoarea variabilei x prin operaţia x←**F**; altfel, se generează următoarea cifră din şirul de numere, prin incrementarea contorului i←i+1*
Pasul 4. *Dacă i<= sqrt(n) (nu s-au generat toate numerele care ar putea fi divizori) şi dacă x=**T** (numărul este considerat în continuare prim), atunci se revine la* ***Pasul 3****.*
Pasul 5. *Dacă x=**T**, se afişează mesajul "Numarul este prim"; altfel, se afişează mesajul "Numarul nu este prim".*

```
întreg n,i;
logic x;
început
 citeşte n;
 x ← T; i ← 2;
 cât timp i<=sqrt(n) and x execută
    dacă n mod i = 0
     atunci x ← F;
     altfel i ← i+1;
    sfârşit_dacă;
 sfârşit_cât_timp;
 dacă x
     atunci scrie "Numarul este prim";
     altfel scrie "Numarul nu este prim";
 sfârşit_dacă;
sfârşit.
```

Se observă că algoritmul se poate optimiza prin eliminarea, din şirul generat, a numerelor pare, deoarece, dacă numărul *n* nu se divide prin 2, nu se va divide prin nici un număr par. Algoritmul va fi:

```
întreg n,i;
logic x;
început
 citeşte n; x ← T;
```

```
dacă n mod 2 = 0
  atunci x ← F;
  altfel i ← 3;
     cât timp i<=sqrt(n) and x execută
           dacă n mod i = 0
              atunci x ← F;
              altfel i ← i+2;
           sfârşit_dacă;
     sfârşit_cât_timp;
sfârşit_dacă;
dacă x
  atunci scrie "Numarul este prim";
  altfel scrie "Numarul nu este prim";
sfârşit_dacă;
sfârşit.
```

Problema se poate rezolva şi fără să se folosească variabila x, prin testarea valorii lui *i*. În cazul în care numărul nu mai este considerat prim, *i* va lua o valoare în afara şirului de valori generate. Algoritmul va fi:

Pasul 1. *Se generează prima cifră din şirul de numere, prin operaţia i ← 2.*

Pasul 2. *Dacă n se divide cu i, atunci se atribuie lui i o valoare în afara şirului de valori generate, i←n; altfel, se generează următoarea cifră din şirul de numere, prin incrementarea contorului i←i+1.*

Pasul 3. *Dacă i<= sqrt(n), atunci se revine la* ***Pasul 2****.*

Pasul 4. *Dacă i<>n se afişează mesajul "Numarul este prim"; altfel, se afişează mesajul "Numarul nu este prim".*

```
intreg n,i;
inceput
 citeşte n;
 dacă n mod 2 = 0
   atunci i ← n;
   altfel i ← 3;
      cât timp i<=sqrt(n) execută
          daca n mod i = 0
              atunci i ← n;
              altfel i ← i+2;
          sfârşit_dacă;
     sfârşit_cât_timp;
 sfârşit_dacă;
 dacă i<>n
     atunci scrie "Numarul este prim";
     altfel scrie "Numarul nu este prim";
 sfârşit_dacă;
sfârşit.
```

Alegeţi, pentru testarea algoritmilor, o mulţime completă de seturi de date de intrare. Testaţi algoritmii.

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul pentru testare dacă un număr natural este prim.

Enunțul problemei: *Să se afişeze toate numerele prime din intervalul [a,b], **a** şi **b** introducându-se de la tastatură.*

Numerele din intervalul [a,b] se vor genera în variabila de memorie *n*. Algoritmul va fi:

Pasul 1. *Se va verifica mai întâi dacă valorile lui a şi b sunt în relația de ordine a<b, pentru a reprezenta un interval. Dacă a>b se trece la **Pasul 6**.*

Pasul 2. *Se generează primul număr din interval, cu operația n←a.*

Pasul 3. *Se verifică dacă numărul **n** este număr prim. Dacă este număr prim se afişează.*

Pasul 4. *Se generează următorul număr din interval, cu operația n←n+1.*

Pasul 5. *Se verifică dacă nu s-a ajuns la capătul intervalului: dacă n<b se revine la **Pasul 3**; altfel, se termină algoritmul.*

Pasul 6. *Se afişează mesajul: a, " si ", b," nu formează un interval" .*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie:

- ✓ **Date de intrare**: *a* şi *b* pentru limitele intervalului.
- ✓ **Date intermediare**: *n* pentru numărul care se generează şi *i* pentru generarea şirului de numere cu care se împarte *n*.
- ✓ **Data de ieşire**: *n* în cazul în care valoarea sa este un număr prim.

```
întreg a,b,n,i;
început
 citeşte a,b;
 dacă a<b
   atunci pentru n ← a,b execută
            dacă n mod 2 = 0
              atunci i ← n;
              altfel i ← 3;
                     cât timp i<n div 2 execută
                       dacă n mod i = 0
                         atunci i ← n;
                         altfel i ← i+2;
                       sfârşit_dacă;
                     sfârşit_cât_timp;
            sfârşit_dacă;
            dacă i<>n
             atunci scrie n;
            sfârşit_dacă;
          sfârşit_pentru;
   altfel scrie a, " si ", b," nu formează un interval"
sfârşit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmului de testare dacă un număr natural este prim:

1. Se introduc *n* numere de la tastatură. Să se afişeze numerele prime.

2. Să se afişeze primele *n* numere prime, *n* introducându-se de la tastatură.
3. Să se afişeze primele *n* numere prime care au suma cifrelor mai mică decât un număr *m*, *n* şi *m* introducându-se de la tastatură.
4. Să se afişeze toate numerele prime de patru cifre care au inversul tot număr prim.
5. Să se afişeze descompunerea unui număr natural par, strict mai mare decât 2, într-o sumă de două numere prime (verificarea ipotezei lui Goldbach).
6. Să se afişeze primele *n* perechi de **numere prime gemene**, unde *n* este un număr natural introdus de la tastatură. (Două numere prime *a* şi *b* sunt gemene dacă b-a=2. Exemple: 3 şi 5, 5 şi 7, 11 şi 13, 17 şi 19, 29 şi 31).
7. Să se afişeze primele *n* numere naturale strict mai mari decât 2, care au proprietatea că toate numerele naturale strict mai mici decât ele, care sunt prime cu ele, sunt şi numere prime (exemplu: $3 \rightarrow 2$; $4 \rightarrow 3$; $6 \rightarrow 5$; contraexemplu: $5 \rightarrow 2, 3, \underline{4}$ – deoarece 4 este prim cu 5 dar nu este număr prim).
8. Să se afişeze cel mai mare număr prim, mai mic decât un număr dat *n* (exemplu: dacă n=10, numărul va fi 7).
9. Să se afişeze cel mai mic număr prim, mai mare decât un număr dat *n* (exemplu: dacă n=10, numărul va fi 11).
10. Să se afişeze numerele prime imediat vecine unui număr *n* (numerele *a* şi *b* care îndeplinesc condiţiile: *a* şi *b* sunt numere prime, a≤n≤b şi diferenţa b-a este minimă).
11. Se citeşte un număr natural *k* de la tastatură. Să se afişeze toate numerele *n* care au *k* cifre şi următoarele proprietăţi: a) n-1 şi n+1 sunt numere prime; b) suma cifrelor lui n este tot număr prim. (**Indicaţie.** Se calculează mai întâi limitele intervalului în care *n* poate lua valori: cel mai mic număr cu *k* cifre şi cel mai mare număr cu *k* cifre).

3.3.6. Algoritmi pentru prelucrarea divizorilor unui număr

Algoritmul pentru generarea divizorilor proprii ai unui număr

Algoritmul de generare a **divizorilor proprii** ai unui număr *n* constă în împărţirea numărului la un şir de numere i, i∈[2,[n/2]]. Dacă numărul *n* se împarte la numărul generat, atunci *i* este divizor al lui *n*. Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Afişează divizorii 1 şi* ***n****.*
Pasul 2. *Se iniţializează şirul de numere cu care se va împărţi n, cu primul divizor posibil, prin operaţia i ←2.*
Pasul 3. *Dacă* ***i*** *îl divide pe* ***n****, atunci afişează i.*
Pasul 4. *Se incrementează cu 1 numărul la care se împarte n, prin i←i+1.*
Pasul 5. *Dacă i<=[n/2], atunci se revine la* ***Pasul 3****; altfel, se termină algoritmul.*

De exemplu, dacă n=36, afişarea divizorilor proprii se desfăşoară astfel:

1. Afişează **1, 36.**
2. Se iniţializează împărţitorul cu 2, prin operaţia de atribuire i=2.
3. 2 îl divide pe 36 (36 mod 2 =0) ⇒ Afişează **2.**
4. Se incrementează împărţitorul cu 1: i=2+1=3.
5. i<=18 (3<=18) ⇒ 3 îl divide pe 36 (36 mod 3 =0) ⇒ Afişează **3.**
6. Se incrementează împărţitorul cu 1: i=3+1=4.

7. i<=18 (4<=18) ⇒ 4 îl divide pe 36 (36 mod 4 =0) ⇒ Afişează **4**.
8. Se incrementează împărţitorul cu 1: i=4+1=5.
9. i<=18 (5<=18) ⇒ 5 nu îl divide pe 36 (36 mod 5 =1).
10. Se incrementează împărţitorul cu 1: i=5+1=6.
11. i<=18 (6<=18) ⇒ 6 îl divide pe 36 (36 mod 6 =0) ⇒ Afişează **6**.
12. Se incrementează împărţitorul cu 1: i=6+1=7.

.....

24. Se incrementează împărţitorul cu 1: i=17+1=18.
25. i<=18 (18<=18) ⇒ 18 îl divide pe 36 (36 mod 18 =0) ⇒ Afişează **18**.
26. Se incrementează împărţitorul cu 1: i=18+1=19.
27. i>18 (19>18) ⇒ Se termină algoritmul.

Se observă că dacă *i* este un divizor al lui *n*, atunci şi *n/i* este un divizor al lui *n* şi căutarea divizorilor se poate limita până la radical de ordinul 2 din *n*, obţinându-se varianta a doua a algoritmului descris prin pseudocod.

Varianta 1

```
întreg n,i;
început
 citeşte n;
 scrie 1, n
 pentru i←2,n div 2 execută
   dacă n mod i = 0
     atunci scrie i;
   sfârşit dacă;
 sfârşit_pentru;
sfârşit.
```

Varianta 2

```
întreg n,i;
început
 citeşte n;
 scrie 1, n
 pentru i←2,[sqrt(n)] execută
   dacă n mod i = 0
     atunci scrie i, n div i;
   sfârşit dacă;
 sfârşit_pentru;
sfârşit.
```

Algoritmul pentru generarea divizorilor primi ai unui număr

Pentru afişarea numai a **divizorilor primi** ai unui număr *n*, algoritmul anterior se modifică prin eliminarea tuturor divizorilor *i* găsiţi la un moment dat, operaţia repetându-se până când se elimină toţi divizorii din numărul *n* (*n* are valoarea 1). Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Se iniţializează şirul de numere cu care se va împărţi* ***n****, cu primul divizor posibil, prin operaţia i ←2.*

Pasul 2. *Dacă* ***i*** *îl divide pe* ***n****, atunci se afişează* ***i*** *şi, atât timp cât* ***n*** *se împarte la* ***i****, se împarte* ***n*** *la* ***i*** *pentru a elimina toate puterile lui* ***i*** *din numărul* ***n****.*

Pasul 3. *Se trece la următorul divizor posibil, prin incrementarea lui* ***i****, cu i←i+1.*

Pasul 4. *Dacă n<>1, atunci se revine la* ***Pasul 2****; altfel, se termină algoritmul.*

De exemplu, dacă n=36, afişarea divizorilor proprii se desfăşoară astfel:

1. Se iniţializează împărţitorul cu 2 prin operaţia de atribuire i=2.
2. 2 îl divide pe 36 (36 mod 2 =0) ⇒ Afişează **2**.
3. 2 îl divide pe 36 ⇒ Se împarte *n* la 2: n=36/2=18.
4. 2 îl divide pe 18 ⇒ Se împarte *n* la 2: n=18/2=9.
5. 2 nu îl divide pe 9 ⇒ Se incrementează împărţitorul cu 1: i=2+1=3.
6. n<>1 (9<>1) ⇒ 3 îl divide pe 9 (9 mod 3 =0) ⇒ Afişează **3**.
7. 3 îl divide pe 9 ⇒ Se împarte *n* la 3: n=9/3=3.
8. 3 îl divide pe 3 ⇒ Se împarte *n* la 3: n=3/3=1.
9. 3 nu îl divide pe 1 ⇒ Se incrementează împărţitorul cu 1: i=3+1=4.
10. n=1 (1=1) ⇒ Se termină algoritmul.

```
întreg n,i;
început
 citește n; i ← 2;
 cât timp n<>1 execută
   dacă n mod i = 0
     atunci scrie i;
            cât timp n mod i = 0
               n ← n div i
            sfârșit_cât_timp;
   sfârșit_dacă;
   i←i+1;
 sfârșit_cât_timp;
sfârșit.
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care poate fi folosit algoritmul pentru generarea divizorilor unui număr.

Enunțul problemei: *Să se descompună în factori primi un număr* ***n*** *introdus de la tastatură (se va afișa sub forma* ***a la puterea b****, unde* a^b *este unul dintre factorii primi).*

Pasul 1. *Se inițializează șirul de numere cu care se va împărți* ***n****, cu primul divizor posibil, prin operația i ←2.*

Pasul 2. *Dacă i îl divide pe n, atunci se afișează* ***i****, se inițializează contorul* ***k*** *în care se numără puterea divizorului* ***i*** *cu 0, prin operația k ←0, și atât timp cât* ***n*** *se împarte la* ***i*** *se incrementează contorul* ***k****, prin operația k ←k+1, și se împarte* ***n*** *la* ***i*** *pentru a elimina toate puterile lui* ***i*** *din numărul* ***n****, după care se afișează* ***k****.*

Pasul 3. *Dacă n<>1, atunci se trece la următorul divizor posibil incrementându-se* ***i****, prin operația i ←i+1, și se revine la* ***Pasul 2****, altfel se termină algoritmul.*

```
întreg n,i,k;
început
 citește n;
 i ← 2;
 cât timp n<>1 execută
   dacă n mod i = 0
     atunci k ← 0;
            cât timp n mod i = 0
               k ← k+1; n ← n div i;
            sfârșit_cât_timp;
            scrie i," la puterea ",k;
   sfârșit_dacă;
   i ← i+1;
 sfârșit_cât_timp;
sfârșit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmului de prelucrare a divizorilor unui număr:

1. Să se scrie algoritmul prin care se afişează suma şi produsul divizorilor primi ai unui număr natural *n* care se introduce de la tastatură.
2. Să se scrie algoritmul prin care se determină toate numerele naturale perfecte mai mici decât un număr *n* introdus de la tastatură. Un număr natural se numeşte **număr perfect** dacă este egal cu suma divizorilor săi, din care se exclude divizorul egal cu numărul însuşi. Exemplu: 6=1+2+3; 28=1+2+4+7+14.
3. Să se rezolve, în mulţimea numerelor naturale, ecuaţia $x^2-y^2=k$, unde *k* este un număr natural care se introduce de la tastatură. (**Indicaţie:** $x^2-y^2=(x+y) \times (x-y)=$ $=a \times b=k \Rightarrow x=(a+b)/2$ şi $y=(b-a)/2$; pentru fiecare divizor *a* al lui *k* şi b=k/a se calculează x şi y, soluţiile x şi y obţinute trebuind să fie numere întregi pozitive.)
4. Se introduce de la tastatură un număr prim *p* şi se citesc pe rând de la tastatură mai multe numere naturale până când se citeşte numărul 0. Să se determine numărul maxim *n* astfel încât p^n să dividă produsul numerelor naturale introduse de la tastatură, fără să se calculeze produsul acestor numere.
5. Se citesc *n* numere naturale diferite de 0. Pentru fiecare număr citit să se afişeze divizorii pari. Dacă nu are divizori pari, să se afişeze un mesaj de informare.

3.3.7. Algoritmi pentru conversii între sisteme de numeraţie

Algoritmul pentru conversia din baza 10 în baza q

Conversia unui număr *n10* din baza 10 într-un număr *nq* reprezentat în baza *q* ($2 \le q \le 9$) se face prin împărţirea întreagă a numărului la baza q până când restul obţinut este mai mic decât baza. Resturile obţinute în urma acestor operaţii de împărţire reprezintă cifrele reprezentării numărului în baza *q*, primul rest fiind cifra cea mai puţin semnificativă, iar ultimul rest cifra cea mai semnificativă a reprezentării numărului. Pentru a scrie pe ecran numărul obţinut în urma conversiei, se va folosi scrierea lui ca un număr în baza 10 (cu cifrele corespunzătoare reprezentării în baza *q*). Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Se iniţializează numărul* ***nq*** *cu 0, prin operaţia nq←0.*
Pasul 2. *Se iniţializează* ***p*** *– puterea lui 10 – cu 1, prin operaţia p←1.*
Pasul 3. *Se împarte* ***n10*** *la* ***q*** *şi se obţine restul* ***c****, care va fi una dintre cifrele reprezentării (c← n10 mod q), şi câtul* ***n10*** *(n10← n10 div q).*
Pasul 4. *Se actualizează formatul de afişare a reprezentării numărului în baza* ***q****, prin operaţia nq←nq+c*p.*
Pasul 5. *Se creşte puterea lui 10, prin operaţia p← p*10.*
Pasul 6. *Dacă n10<>0, atunci se revine la* ***Pasul 3****; altfel, se afişează* ***nq****.*

De exemplu, dacă n10=11 şi q=2, conversia se desfăşoară astfel:

1. nq=0; p=1;
2. Se calculează: c=11 mod 2=1 şi n10= 11 div 2=5.
3. Se actualizează formatul de afişare, nq= 0+1*1=1, şi puterea lui 10, p=1*10=10.
4. n10<>0 (5>0) ⇒ Se calculează: c=5 mod 2 = 1 şi n10=5 div 2=2.
5. Se actualizează formatul de afişare, nq=1+1*10=11, şi puterea lui 10, p=10*10=100.
6. n10<>0 (2>0) ⇒ Se calculează: c=2 mod 2=0 şi n10=2 div 2=1.

7. Se actualizează formatul de afişare, nq=11+0*100=11, şi puterea lui 10, p=100*10=1000.
8. n10<>0 (1>0) ⇒ Se calculează: c=1 mod 2=1 şi n10=1 div 2=0.
9. Se actualizează formatul de afişare, nq=11+1*1000=1011, şi p=1000*10=10000.
10. n10=0 (0=0) ⇒ Se afişează nq, adică 1011.

Algoritmul pentru conversia din baza q în baza 10

Conversia unui număr *nq*, din baza q ($2 \le q \le 9$), într-un număr *n10* reprezentat în baza *10*, se face folosind descompunerea numărului după puterile bazei:

$$nq = a_n a_{n-1} \ldots a_1 a_0 = a_n \times q^n + a_{n-1} \times q^{n-1} + \ldots + a_1 \times q^1 + a_0 \times q^0$$

Numărul *n10* este o sumă în care termenii sunt produsele dintre cifra reprezentării în baza *q* şi puterea corespunzătoare a bazei. Deoarece citirea cifrelor se face începând cu cifra cea mai semnificativă, algoritmul foloseşte următorul mod de grupare a termenilor reprezentării numărului în baza 10:

$$n10 = (\ldots((a_n \times q + a_{n-1}) \times q + a_{n-2}) \times q + \ldots + a_1) \times q + a_0$$

Paşii care se execută sunt:

Pasul 1. *Se iniţializează numărul* ***n10*** *cu 0, prin operaţia n10←0.*
Pasul 2. *Se citeşte cifra* ***c.***
Pasul 3. *Se adună, la numărul* ***n10*** *înmulţit cu* ***q****, cifra citită, prin operaţia n10←n10*q+c.*
Pasul 4. *Se citeşte cifra* ***c.***
Pasul 5. *Dacă* ***c*** *este o cifră (c>=0 şi c<q), atunci se revine la* ***Pasul 3****; altfel, se afişează numărul* ***n10.***

De exemplu, dacă nq=1011 şi q=2, conversia se desfăşoară astfel:

1. n10=0;
2. Se citeşte c = 1
3. 0<=c<2 (0<=1<2) ⇒ Se calculează: n10 = 0*2+1 = 1.
4. Se citeşte c = 0
5. 0<=c<2 (0<=0<2) ⇒ Se calculează: n10 = 1*2+0 = 2.
6. Se citeşte c = 1
7. 0<=c<2 (0<=1<2) ⇒ Se calculează: n10 = 2*2+1 = 5.
8. Se citeşte c = 1
9. 0<=c<2 (0<=1<2) ⇒ Se calculează: n10 = 5*2+1 = 11.
10. Se citeşte c = 3
11. c<0 sau c>=2 (3>2) ⇒ Se afişează 11.

Algoritmii sunt:

n10 ⇒ nq

```
întreg n10,nq,p,q;
început
 citeşte n10,q;
 nq ← 0; p ← 1;
 cât timp n10<>0 execută
   nq ← nq + p*(n10 mod q);
   n10 ← n10 div q;
   p ← p*10;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie nq;
sfârşit.
```

nq ⇒ n10

```
întreg c,n10,q;
început
 citeşte q;
 n10 ← 0;
 citeşte c;
 cât timp c>=0 and c<q execută
   n10 ← n10*q + c;
   citeşte c;
 sfârşit_cât_timp
 scrie n10;
sfârşit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmilor de conversie între sisteme de numerație

1. Se citește un număr natural *n* de la tastatură. Să se afișeze reprezentarea lui în baza *q*, q ∈ [2, 9]. *q* și *n* se introduc de la tastatură.
2. Se citesc de la tastatură un număr natural *n* și un număr *q*, q ∈ [2, 9]. Să se verifice dacă *n* poate fi considerat ca o reprezentare a unui număr în baza *q*.
3. Se citește un număr natural *n* de la tastatură. Să se afișeze câte cifre are reprezentarea lui în baza *q*, q ∈ [2, 9]. *q* și *n* se introduc de la tastatură.
4. Se citesc de la tastatură *q*, baza de numerație, q ∈ [2, 9], și mai multe numere naturale care reprezintă cifrele unui număr în baza *q*, până când numărul introdus nu mai poate fi considerat cifră în această bază de numerație. Să se afișeze numărul reprezentat în baza 10.
5. Se citește de la tastatură un număr *n*, care este reprezentarea numărului în baza *q*, q ∈ [2, 9]. Să se afișeze numărul reprezentat în baza 10. *q* se introduce de la tastatură.
6. Se citește de la tastatură un număr *n*, care este reprezentarea numărului în baza *q*, q ∈ [2, 9]. Să se afișeze câte cifre are reprezentarea lui în baza 10. *q* se introduce de la tastatură.
7. Se citește de la tastatură un număr *n*, care este reprezentarea numărului în baza *q*, q ∈ [2, 9]. Să se afișeze numărul reprezentat în baza *p*, p ∈ [2 ,9]. *q* și *p* se introduc de la tastatură.
8. Se citește un număr în baza 4. Să se verifice că numărul este corect (cifrele sale corespund bazei de numerație) și să se afișeze frecvența cifrelor sale.
9. Se introduc de la tastatură baza de numerație *k*, k ∈ [2, 9], și cifrele unui număr reprezentat în baza *k*. Să se verifice dacă cifrele sunt corecte pentru baza de numerație aleasă și să se afișeze suma cifrelor de rang par (impar). Citirea cifrelor se face începând cu cifra cea mai semnificativă a numărului.
10. Să se genereze toate numerele naturale a căror reprezentare în baza 8 are exact 4 cifre.
11. Să se genereze toate numerele naturale a căror reprezentare în baza *q* are exact *k* cifre; *q* și *k* se introduc de la tastatură și q ∈ [2, 9].
12. Să se afișeze toate numerele naturale mai mici decât un număr dat *n*, care se introduce de la tastatură (n≥7), a căror reprezentare în baza 2 conține exact trei cifre binare de 1.
13. Să se afișeze toate numerele naturale cuprinse între *a* și *b* (*a*<*b*) care au proprietatea că pătratul și cubul lor, reprezentate în baza 2, conțin același număr de cifre binare 0. *a* și *b* se introduc de la tastatură.
14. Să se afișeze toate numerele în baza 2 care au *k* cifre și sunt divizibile cu 2^n. *k* și *n* se introduc de la tastatură. (**Indicație**. Un număr reprezentat în baza 2 este divizibil cu 2^n dacă ultimele *n* cifre ale reprezentării sunt 0).
15. Să se afișeze toate numerele naturale mai mici decât *n* care sunt palindrom în baza *k*. *n* și *k* se introduc de la tastatură și k ∈ [2, 9].

16. Să se afişeze toate numerele reprezentate în baza *k*, mai mici decât *n*, care sunt palindrom în baza 10. *n* şi *k* se introduc de la tastatură k∈[2, 9].

3.3.8. Algoritmi pentru generarea şirurilor recurente

Algoritmul pentru generarea termenilor şirului lui Fibonacci este un exemplu clasic de algoritm pentru **definirea recurentă** a termenilor unui şir. Şirul lui Fibonacci este format din termeni definiţi prin recurenţă, astfel:

$a_1=1$
$a_2=1$
$a_3= a_1+ a_2$
.....
$a_n= a_{n-2}+ a_{n-1}$

Pentru generarea primilor *n* termeni ai şirului lui Fibonacci ($n\geq 3$), se vor genera repetat termenii de rang *i* ai şirului, cu $3\leq i\leq n$. Se vor folosi trei variabile de memorie: a1 pentru a_{i-2}, a2 pentru a_{i-1} şi a3 pentru termenul curent a_i. După fiecare generare a unui termen se vor actualiza valorile din variabilele a1 şi a2. Paşii algoritmului sunt:

Pasul 1. *Se iniţializează termenii **a1** şi **a2**, prin atribuirile a1←1 şi a2←1.*
Pasul 2. *Se afişează termenii **a1** şi **a2**.*
Pasul 3. *Se iniţializează contorul **i** care numără termenii generaţi, prin operaţia i←3 (urmează să se calculeze termenul 3).*
Pasul 4. *Se calculează **a3**, prin operaţia de atribuire a3←a1+a2.*
Pasul 5. *Se afişează termenul **a3**.*
Pasul 6. *Se actualizează valorile pentru **a1** şi **a2**, prin atribuirile a1←a2 şi a2←a3.*
Pasul 7. *Se incrementează contorul cu 1, prin operaţia i←i+1.*
Pasul 8. *Dacă i<=n, atunci se revine la **Pasul 4**; altfel, se termină algoritmul.*

De exemplu, dacă n=5, generarea termenilor se desfăşoară astfel:

1. a1=1; a2=1; Afişează **1**, **1**. Se iniţializează contorul i=3.
2. a3=1+1=2. Afişează **2**.
3. Se actualizează termenii a1 şi a2: a1=a2=1 şi a2=a3=2.
4. Se incrementează contorul cu 1: i=3+1=4.
5. i<=5 (4<=5) ⇒ Se calculează a3=1+2=3. Se afişează **3**.
6. Se actualizează termenii a1 şi a2: a1=a2=2 şi a2=a3=3.
7. Se incrementează contorul cu 1: i=4+1=5.
8. i<=5 (5<=5) ⇒ Se calculează a3=2+3=5. Se afişează **5**.
9. Se actualizează termenii a1 şi a2: a1=a2=3 şi a2=a3=5.
10. Se incrementează contorul cu 1: i=5+1=6.
11. i>5 (6>5) ⇒ Se termină algoritmul.

```
întreg a1,a2,a3,n,i;
început
 citeşte n;
 a1 ← 1;  a2 ← 1;
 scrie a1,a2
 pentru i←3,n execută
    a3 ← a1+a2; scrie a3;
    a1 ← a2; a2 ← a3;
 sfârşit pentru;
sfârşit.
```

Probleme care se pot rezolva cu ajutorul algoritmilor de generare a şirurilor recurente

1. Să se afişeze toţi termenii şirului lui Fibonacci mai mici decât un număr natural *n* introdus de la tastatură.
2. Să se determine dacă un număr *n* introdus de la tastatură poate fi un termen al şirului lui Fibonacci.
3. Să se verifice dacă două numere naturale *n* şi *m* introduse de la tastatură (m>=n) pot fi termeni consecutivi ai şirului lui Fibonacci, fără a se calcula termenii şirului. (**Indicaţie**. Se execută operaţia inversă, de determinare a termenilor precedenţi: iniţializarea, cu a3←m, a2←n, a1←m-n, şi generarea, cu a3←a2, a2←a1 şi a1←a3-a2, cât timp a1>0; dacă a3=a2=1, *m* şi *n* sunt termeni consecutivi ai şirului lui Fibonacci.)
4. Fiind date *x* un număr real şi *n* un număr natural (n>=3), care se introduc de la tastatură, să se afişeze $P_n(x)$, definit recurent astfel:

   $P_1(x)=x$
   $P_2(x)=x-2$
   $P_3(x)= x\ P_2(x) - P_1(x)$
   .....
   $P_n(x)= x\ P_{n-1}(x) - P_{n-2}(x)$
5. Se citesc trei numere întregi *a*, *b* şi *c* care reprezintă coeficienţii unei ecuaţii de gradul 2, şi un număr natural n. Să se calculeze $S_n=x_1^n+x_2^n$, unde x_1 şi x_2 sunt rădăcinile ecuaţiei. Suma se calculează fără a se rezolva ecuaţia de gradul 2. Notăm cu S suma rădăcinilor (S=-b/a) şi cu P produsul rădăcinilor (P=c/a). Atunci: $S_n = S\times(x_1^{n-1}+x_2^{n-1}) -P\times(x_1^{n-2}+x_2^{n-2}) = S\times S_{n-1} - P\times S_{n-2}$. Ştiind că $S_0 = 1+1=2$ şi $S_1 = S$, se va folosi definiţia recurentă:

   $S_0=2$
   $S_1=S$
   $S_2=S\times S_1 - P\times S_0$
   .....
   $S_n=S\times S_{n-1} - P\times S_{n-2}$
6. Să se calculeze rădăcina pătrată dintr-un număr real *x*, prin generarea unui şir de numere $(a_i)_{i<=n}$ care o aproximează, folosind definiţia recurentă:

   $a_1=1$
   $a_2=(1+x/1)/2$
   $a_3=((1+x)/2+x/((1+x)/2))/2$
   .....
   $a_n= (a_{n-1}+x/a_{n-1})/2$

   Termenii a_i vor fi generaţi recursiv până când diferenţa $|a_i - a_{i-1}|$ va fi mai mică decât o valoare *e* (eroarea acceptată, un număr subunitar foarte mic). Ultimul termen a_i generat va conţine valoarea aproximativă a radicalului din numărul *x*. *x* şi *e* se introduc de la tastatură.
7. Să se afişeze primii *n* termeni ai şirului (*n* se introduce de la tastatură): 1, 1, 2, 1, 2, 3, 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, 5, ...
8. Să se afişeze primii *n* termeni ai şirului (*n* se introduce de la tastatură): 1, 2, 1, 1, 2, 3, 4, 3, 2, 1, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 5, 4, 3, 2, 1, ...

3.4. Eficiența algoritmilor

Ați văzut că pentru rezolvarea unei probleme se pot folosi mai mulți algoritmi. În acest caz se va alege **algoritmul cel mai eficient.**

Algoritmul cel mai eficient este cel care folosește cel mai puțin resursele calculatorului și anume:

- ✓ **Memoria internă**. În memoria internă se alocă spațiu atât pentru datele folosite de algoritm, cât și pentru codul executabil al programului (instrucțiunile în cod mașină).
- ✓ **Procesorul.** Timpul de utilizare a procesorului depinde de timpul necesar pentru executarea algoritmului.

Memorie internă

Din punct de vedere al gândirii algoritmului, pentru a face economie de această resursă, trebuie avute în vedere următoarele:

- ✓ Alegerea corectă a tipului de dată pentru fiecare variabilă de memorie folosită în algoritm.
- ✓ Rezolvarea problemei folosind cât mai puține variabile de memorie.

Ați văzut că atunci când i se atribuie unei date un tip de dată, data capătă mai multe atribute care determină **domeniul de definiție intern** al ei (mulțimea în care poate lua valori data). Tipul de dată ales influențează calitatea programului, deoarece el determină dimensiunea zonei de memorie alocată, algoritmul de codificare și operatorii admiși pentru prelucrare. Din această cauză, la alegerea tipului de dată trebuie să se facă în două moduri **analiza datei:**

- ✓ **Logic** (la nivelul conceptual). Analiza se face pornind de la enunțul problemei și constă în identificarea **domeniului de definiție extern** al datei. De exemplu, în enunțul problemei se precizează că trebuie prelucrat un număr întreg pozitiv, cu valori cuprinse între 0 și 200. Acesta este domeniul de definiție extern al datei.
- ✓ **Fizic** (la nivelul reprezentării ei în memoria internă). Analiza se face pornind de la tipurile de date implementate în limbajul de programare, fiecare tip de dată având **un domeniu de definiție intern** al datei. Să presupunem că în limbajul de programare sunt implementate următoarele trei tipuri de date întregi: *tipul 1* cu domeniul de definiție [-128, 127] reprezentat pe un octet, *tipul 2* cu domeniul de definiție [0, 255] reprezentat pe un octet și *tipul 3* cu domeniul de definiție [-32768, 32767] reprezentat pe doi octeți. În urma analizei fizice trebuie ales tipul de dată adecvat. Regula este: **se alege tipul de dată care consumă cea mai puțină memorie, astfel încât domeniul de definiție extern al datei să fie inclus în domeniul de definiție intern al datei.** Pentru exemplul prezentat se va alege *tipul 2* de dată deoarece numai *tipul 2* și *tipul 3* respectă condiția de incluziune a domeniilor de definiție ([0,200]⊂[0,255] și [0,200]⊂[-32768,32767], dar [0,200]⊄[-128,127]), iar *tipul 2* ocupă mai puțin spațiu de memorie (1 octet) decât *tipul 3* (2 octeți).

Problema pare neimportantă atunci când algoritmul folosește câteva variabile de memorie. Dar trebuie să vă gândiți că pentru rezolvarea problemelor complexe se pot folosi structuri de date în care se memorează foarte multe date elementare (de

la câteva zeci până la milioane de date elementare). În acest caz este important dacă tipul de dată elementară este ales corect. Fiecare octet de care nu are nevoie o dată elementară poate să însemne un consum inutil de millioane de octeți pentru structura de date.

Procesorul

Este evident că timpul de execuție al unui algoritm depinde de câte valori ale datelor de intrare vor fi prelucrate. Într-o formulare de genul *„se prelucrează n valori numerice citite de la tastatură"* sau într-o formulare de genul *„se prelucrează mai multe numere întregi citite de la tastatură, până la întâlnirea valorii 0"*, la o execuție a algoritmului se pot prelucra numai 2 valori pentru data de intrare (dacă *n* are valoarea 2, sau dacă se citesc numai două numere întregi diferite de 0), sau se pot prelucra 100 de valori pentru data de intrare (dacă *n* are valoarea 100, sau dacă se citesc 100 numere întregi diferite de 0). Se definește **dimensiunea datelor de intrare** ca fiind numărul de valori pentru datele de intrare ale unui algoritm. Pentru compararea timpului de execuție a doi algoritmi care rezolvă aceeași problemă, se va folosi aceeași dimensiune a datelor de intrare.

În funcție de complexitatea algoritmului, evaluarea timpului de execuție se poate face prin:

a) numărul de operații elementare ale algoritmului, sau
b) timpul mediu al algoritmului.

O **operație elementară** este o operație sau o succesiune de operații care nu depind de caracteristicile problemei. De exemplu, poate fi operație elementară o operație aritmetică (adunare, scădere etc.), o operație de comparație, o operație de atribuire sau un grup bine precizat de astfel de operații (5 operații de adunare, 2 operații de comparare, 10 operații de atribuire etc.). În schimb, *n* operații de atribuire nu reprezintă o operație elementară, deoarece depind de o caracteristică a problemei, și anume de valoarea lui *n*. Există cazuri în care nu se poate preciza numărul de operații elementare, acestea depinzând de valoarea datelor de intrare. Să comparăm următorii doi algoritmi:

Enunțul problemei 1. *Se citesc **n** numere. Să se calculeze suma lor.*
Enunțul problemei 2. *Se citesc **n** numere. Să se calculeze suma numerelor pare.*

Problema 1

```
întreg n,a,i,s;
început
 citește n; s ← 0;
 pentru i←1,n execută
   citește a;
   s ← s+a;
 sfârșit_pentru;
 scrie s;
sfârșit.
```

Problema 2

```
întreg n,a,i,s;
început
 citește n; s ← 0;
 pentru i←1,n execută
   citește a;
   dacă a mod 2=0
     atunci s ← s+a;
   sfârșit_dacă;
 sfârșit_pentru;
 scrie s;
sfârșit.
```

În cazul ambilor algoritmi se execută, în afara structurii repetitive, patru operații elementare (o operație de citire, o atribuire, o inițializare contor și o operație de scriere).

În cazul primului algoritm se execută în structura repetitivă patru operații elementare (două operații asupra contorului *i* – o comparare și o incrementare –, o operație de citire și o atribuire). În total, se execută 4+4×n operații.

În cazul celui de al doilea algoritm se execută în structura repetitivă două operații asupra contorului *i* – o comparare și o incremetare –, o operație de citire, o operație de comparare și nu se poate preciza dacă se execută și atribuirea). În total se execută 4+4×n+x operații, unde x depinde de câte numere pare se citesc de la tastatură.

În cel de al doilea caz, pentru compararea algoritmilor se folosește **timpul mediu de execuție** al algoritmului. Există un **timp minim de execuție** care corespunde cazului cel mai favorabil (cazul în care se execută cele mai puține operații) și un **timp maxim de execuție** care corespunde cazului cel mai defavorabil (cazul în care se execută cele mai multe operații). Pentru exemplul prezentat cazul cel mai favorabil este ca să nu existe nici un număr par. În acest caz x=0 și numărul de operații elementare este 4+4×n. Cazul cel mai defavorabil este ca toate numerele să fie pare. În acest caz x=n și numărul de operații elementare este 4+5×n. Pentru a calcula timpul mediu de execuție, va trebui să analizăm toate cazurile posibile (în total *n+1* cazuri): nici un număr par, un număr par, două numere pare, ..., *n* numere pare, numărul mediu de operații fiind dat de *x* calculat astfel:

$$x=(0+1+2+....+n)/(n+1) = (n\times (n+1)/2)/(n+1) =n/2$$

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care pot fi comparați doi algoritmi folosind numărul de operații elementare.

Enunțul problemei 1: *Să se determine valoarea unui polinom de gradul* ***n****. Gradul polinomului* ***n****, coeficienții* a_i *ai polinomului și valoarea lui* ***x*** *se introduc de la tastatură.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;

- ✓ **Date de intrare**: *n* pentru gradul polinomului, *x* pentru valoarea pentru care se efectuează calculul și *a* pentru citirea unui coeficient.
- ✓ **Data intermediară**: *i* de tip contor, pentru numărarea celor *n+1* coeficienți citiți.
- ✓ **Data de ieșire**: *p*, pentru valoarea polinomului.

Pentru rezolvarea acestei probleme se vor folosi două variante de algoritmi;

Varianta 1.

$$P(x) = a_n x^n + a_{n-1}x^{n-1} + ... + a_1x^1 + a_0x^0$$

Introducerea coeficienților începe cu coeficientul a_0 și se termină cu coeficientul a_n.

Varianta 2.

$$P(x) = (...((a_n x + a_{n-1}) x + a_{n-2}) x + ... + a_1) x + a_0$$

Introducerea coeficienților începe cu coeficientul a_n și se termină cu coeficientul a_0.

Algoritmii sunt:

Varianta 1

```
întreg n,p,x,a,i;
început
 citeşte n,x,a;
 p ← a;
 pentru i←1,n execută
   citeşte a;
   p ← p+a*x;
   x ← x*x;
 sfârşit_pentru;
 scrie p;
sfârşit.
```

Varianta 2

```
întreg n,p,x,a,i;
început
 citeşte n,x,a;
 p ← a;
 pentru i←1,n execută
   citeşte a;
   p ← p*x+a;
 sfârşit_pentru;
 scrie p;
sfârşit.
```

Se observă că cei doi algoritmi diferă din punct de vedere al structurii repetitive, în care se execută, în prima variantă, un grup de cinci operații (două operații asupra contorului *i* – o comparare şi o incrementare –, o citire şi două atribuiri), iar în a doua variantă, un grup de patru operații (două operații asupra contorului *i* – o comparare şi o incrementare –, o citire şi o atribuire), în afara structurii repetitive executându-se în ambele cazuri patru operații elementare (o operație de citire a trei date de intrare, o operație de atribuire, o operație de inițializare a contorului şi o operație de scriere). Aşadar, pentru aceeaşi dimensiune a datelor de intrare (*n*), în prima variantă se execută 4+5×n operații elementare, iar în a doua variantă 4+4×n operații elementare. Este evident că a doua variantă este cea eficientă.

Enunțul problemei 2: *Se introduc **n** numere de la tastatură. Să se numere câte sunt divizibile cu 2, câte sunt divizibile cu 3 şi câte sunt divizibile cu 6.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;

- ✓ **Date de intrare**: *n* pentru numărul de elemente şi *a* pentru citirea unui număr.
- ✓ **Data intermediară**: *i*, de tip contor, pentru numărarea celor *n* numere care se citesc.
- ✓ **Data de ieşire**: *k1*, pentru numărarea numerelor divizibile cu 2, *k2* pentru numărarea numerelor divizibile cu 3 şi *k3* pentru numărarea numerelor divizibile cu 6.

Pentru rezolvarea acestei probleme se vor folosi două variante de algoritmi:

Varianta 1

```
întreg n,a,k1,k2,k3,i;
început
 citeşte n,a;
 k1 ← 0; k2 ← 0; k3 ← 0;
 pentru i←1,n execută
   citeşte a;
   dacă a mod 2 = 0
     atunci
       k1 ← k1+1;
       dacă a mod 3 = 0
         atunci
```

Varianta 2

```
întreg n,a,k1,k2,k3,i;
început
 citeşte n,a;
 k1 ← 0; k2 ← 0; k3 ← 0;
 pentru i←1,n execută
   citeşte a;
   dacă a mod 2 = 0
     atunci
       k1 ← k1+1;
   sfârşit_dacă;
   dacă a mod 3 = 0
```

```
            k2 ← k2+1;
            k3 ← k3+1;
        sfârşit_dacă;
      altfel
        dacă a mod 3 = 0
          atunci
            k2 ← k2+1;
        sfârşit_dacă;
    sfârşit_dacă;
  sfârşit_pentru;
  scrie k1,k2,k3;
sfârşit.
```

```
        atunci
          k2 ← k2+1;
    sfârşit_dacă;
    dacă a mod 6 = 0
        atunci
          k3 ← k3+1;
        sfârşit_dacă;
    sfârşit_dacă;
  sfârşit_pentru;
  scrie k1,k2,k3;
sfârşit.
```

În acest caz, nu se poate preciza numărul de operații elementare ale fiecărui algoritm, deoarece el depinde de fiecare număr care se citește: dacă nu este divizibil nici cu 2 și nici cu 3, dacă este divizibil numai cu 2, dacă este divizibil numai cu 3 sau dacă este divizibil cu 6. Pentru compararea celor doi algoritmi, vom calcula numărul de operații pentru fiecare caz de divizibilitate:

	Varianta 1				Varianta 2			
divizibil cu	nu	2	3	6	nu	2	3	6
comparații	2	2	2	2	3	3	3	3
atribuiri	0	1	1	3	0	1	1	3
total	**2**	**3**	**3**	**5**	**3**	**4**	**4**	**6**

Se observă că prima variantă este mai eficientă decât cea de a doua.

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care pot fi comparați doi algoritmi folosind timpii de execuție.

Vom considera primele două variante de algoritmi pentru testarea unui număr prim.

În cele două variante se execută sigur:
- ✓ **Varianta 1**: 5 operații elementare: o operație de citire, două atribuiri, o comparație și o operație de scriere.
- ✓ **Varianta 2**: 5 operații elementare: o operație de citire, o atribuire, două comparații și o operație de scriere.

Cazul cel mai favorabil este ca numărul să fie par. În acest caz, se mai execută:
- ✓ **Varianta 1**: 3 operații elementare: două operații de comparație (una în structura repetitivă și una în structura alternativă) și o operație de atribuire – în total 8 operații.
- ✓ **Varianta 2**: o operație de atribuire – în total 6 operații.

Cazul cel mai defavorabil este ca numărul să fie prim. În acest caz se execută:
- ✓ **Varianta 1**: de [sqrt(n)]-1 ori trei operații (două comparații și o atribuire), în total 3×([sqrt(n)]-1) operații – în total 5+3×([sqrt(n)]-1) operații.

✓ **Varianta 2**: de ([sqrt(n)]-2)/2 ori trei operații (două comparații şi o atribuire), în total 3*(([sqrt(n)]-2)/2) operații – în total 5+3× (([sqrt(n)]-2)/2) operații.

Este evident că varianta 2 este mai eficientă.

3.5. Aplicarea algoritmilor

Puteți să rezolvați multe dintre problemele de la disciplinele şcolare (matematică, fizică sau chimie) cu ajutorul calculatorului. Pentru aceasta trebuie mai întâi să descrieți rezolvarea lor cu ajutorul algoritmilor.

3.5.1. Rezolvarea problemelor de matematică

Enunțul problemei 1: *Se citesc trei numere întregi **a**, **b** şi **c** care reprezintă coeficienții unei ecuații de gradul 2. Să se rezolve ecuația.*

Se vor folosi următoarele variabile de memorie:

✓ **Date de intrare**: *a*, *b* şi *c* pentru coeficienții ecuației.
✓ **Data intermediară**: *d* pentru discriminant.
✓ **Date de ieşire**: *x1* şi *x2* pentru rădăcinile reale ale ecuației.

Algoritmul este:

```
real a,b,c,x1,x2,d;
început
 citeşte a,b,c;
 dacă a=0
   atunci
     scrie "Ecuatie de gradul intai";
     dacă b=0
       atunci
         dacă c=0
           atunci scrie " cu o infinitate de solutii";
           altfel scrie " care nu are solutii";
         sfârşit_dacă;                          // pentru c=0
       altfel
         x1 ← -c/b; scrie " cu radacina", x1;
     sfârşit_dacă;                              // pentru b=0
   altfel
     d ← b*b-4*a*c;
     dacă d>0
       atunci
         x1 ← (-b+sqrt(d))/(2*a); x2 ← (-b-sqrt(d))/(2*a);
         scrie "Ecuatia are doua radacini reale diferite ";
         scrie "x1= ", x1; scrie "x2= ", x2;
       altfel
         dacă d=0
           atunci
```

```
                x1 ← -b/(2*a);
                scrie "Ecuatia are doua solutii reale identice";
                scrie "x1=x2= ",x1;
            altfel
                scrie "Ecuatia nu are solutii reale ";
        sfârşit_dacă;                              // pentru d=0
    sfârşit_dacă;                                 // pentru d>0
  sfârşit_dacă;                                   // pentru a=0
sfârşit.
```

Pentru testarea algoritmului folosiți un set de date de intrare care este format din coeficienții ecuației (a,b,c), iar o mulțime completă de seturi de date de intrare poate fi {(0,0,0), (0,0,1), (0,2,5), (1,-5,6), (1,-2,1), (1,1,1)}. Testați algoritmul.

Enunțul problemei 2: *Să se rezolve un sistem de două ecuații liniare cu două necunoscute:*

$$a_1 \times x + b_1 \times y = c_1$$
$$a_2 \times x + b_2 \times y = c_2$$

Soluțiile sistemului de ecuații sunt:

$$x = d_x/d_s = (b_2 \times c_1 - b_1 \times c_2)/(a_1 \times b_2 - b_1 \times a_2)$$
$$y = d_y/d_s = (a_1 \times c_2 - a_2 \times c_1)/(a_1 \times b_2 - b_1 \times a_2)$$

Se vor folosi următoarele variabile de memorie:

- **Date de intrare**: *a1*, *b1*, *c1*, *a2*, *b2* și *c2* pentru coeficienții sistemului de ecuații.
- **Data intermediară**: *ds*, *dx* și *dy* pentru d_s, d_x și d_y.
- **Date de ieşire**: *x* și *y* pentru soluțiile ecuației.

Algoritmul este:

```
intreg a1,b1,c1,a2,b2,c2,ds,dx,dy;
real x,y;
inceput
 citeşte a1,b1,c1,a2,b2,c2;
 ds ← a1*b2-b1*a2;  dx ← b2*c1-b1*c2;  dy ← a1*c2-a2*c1;
 dacă ds=0
   atunci dacă dx=0
            atunci scrie "Sistem nedeterminat";
            altfel scrie "Sistem incompatibil";
          sfârşit_dacă;
   altfel
     x ← dx/ds; y ← dy/ds;
     scrie "x= ",x;  scrie "y= ",y;
 sfârşit_dacă;
sfârşit.
```

Enunțul problemei 3: *Se consideră două segmente de dreaptă în plan, neparalele cu axa Oy, reprezentate prin coordonatele lor. Să se determine intersecția celor două segmente, dacă există, iar în caz contrar, să se specifice cazurile de excepție.*

Coordonatele extremităților segmentelor sunt (x_1, y_1) și (x_2, y_2) pentru primul segment și (x_3, y_3) și (x_4, y_4) pentru al doilea segment. Coordonatele punctului de inter-

secție sunt (x_i, y_i). Panta şi ordonata la origine ale dreptelor sunt m_1 şi n_1 pentru prima dreaptă şi m_2 şi n_2 pentru a doua dreaptă.

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;

- ✓ **Date de intrare**: *x1*, *y1*, *x2*, *y2*, *x3*, *y3*, *x4*, *y4* pentru coordonatele extremităților segmentelor.
- ✓ **Data intermediară**: *m1* şi *m2* pentru pantele segmentelor, *n1* şi *n2* pentru ordonatele la origine ale segmentelor, *min1* şi *max1* pentru minimul şi maximul dintre abscisele primului segment, *min2* şi *max2* pentru minimul şi maximul dintre ordonatele primului segment, *min3* şi *max4* pentru minimul şi maximul dintre abscisele celui de al doilea segment, *min4* şi *max4* pentru minimul şi maximul dintre ordonatele celui de al doilea segment.
- ✓ **Date de ieşire**: *x* şi *y* pentru coordonatele punctului de intersecție.

Pasul 1. *Se citesc coordonatele extremităților segmentelor.*
Pasul 2. *Dacă segmentele sunt paralele cu axa Oy (x1=x2* **or** *x3=x4) scrie mesajul "Cel puțin o dreaptă este paralelă cu Oy" şi termină algoritmul.*
Pasul 3. *Se calculează pantele* ***m1*** *şi* ***m2****.*
Pasul 4. *Dacă pantele sunt egale (****m1*** *= ****m2****), treci la* ***Pasul 5****, altfel treci la* ***Pasul 6****.*
Pasul 5. *Dacă un punct de pe prima dreaptă se găseşte pe a doua dreaptă (coordonatele lui verifică ecuația celei de a doua drepte), atunci scrie mesajul "Segmentele sunt pe aceeaşi dreaptă", altfel scrie mesajul "Segmentele sunt paralele". Termină algoritmul.*
Pasul 6. *Se calculează coordonatele punctului de intersecție al dreptelor.*
Pasul 7. *Dacă abscisa punctului de intersecție nu este între abscisele capetelor unuia dintre segmente sau dacă ordonata punctului de intersecție nu este între ordonatele capetelor unuia dintre segmente, atunci scrie mesajul "Segmentele se intersectează pe prelungiri".*
Pasul 7. *Scrie coordonatele punctului de intersecție.*

Algoritmul este:

```
real x1,y1,x2,y2,x3,y3,x4,y4,x,y,m1,n1,m2,n2,min1,max1,
     min2,max2,min3,max3,min4,max4;
început
 citeşte x1,y1,x2,y2,x3,y3,x4,y4;
 dacă (x1=x2) or (x3=x4)
   atunci scrie "Cel putin o dreaptă este paralela cu Oy";
   altfel
      m1 ← (y2-y1)/(x2-x1); m2 ← (y4-y3)/(x4-x3);
      n1 ← y1-m1*x1; n2 ← y3-m2*x3;
      dacă m1=m2
        atunci
          dacă y1=m2*x1+n2
            atunci scrie "Segmentele sunt pe aceeasi dreapta";
            altfel scrie "Segmentele sunt paralele";
          sfârşit_dacă;
        altfel
          x ← (n2-n1)/(m1-m2); y ← m1*x+n1;
          dacă x1<x2
```

```
            atunci
              min1 ← x1; max1 ← x2;
            altfel
              min1 ← x2; max1 ← x1;
          sfârşit_dacă;
          dacă y1<y2
            atunci
              min2 ← y1; max2 ← y2;
            altfel
              min2 ← y2; max2 ← y1;
          sfârşit_dacă;
          dacă x3<x4
            atunci
              min3 ← x3; max3 ← x4;
            altfel
              min3 ← x4; max3 ← x3;
          sfârşit_dacă;
          dacă y3<y4
            atunci
              min4 ← y3; max4 ← y4;
            altfel
              min4 ← y4; max4 ← y3;
          sfârşit_dacă;
          dacă x<min1 or y<min2 or x<min3 or y<min4 or x>max1
               or y>max2 or x>max3 or y>max4
            atunci scrie "Segmentele se intersecteaza pe
                          prelungiri";
          sfârşit_dacă;
          scrie "x= ",x; scrie "y= ",y;
      sfârşit_dacă;
  sfârşit_dacă;
sfârşit.
```

Alegeți o mulțime completă de seturi de date de intrare și testați algoritmul.

Probleme de matematică propuse:

1. Se citesc două numere care reprezintă dimensiunea înălțimii și a razei unui cilindru circular drept. Să se calculeze aria laterală, aria toatală și volumul cilindrului și ale conului circular drept de aceeași rază și înălțime cu cilindrul.
2. Se citesc trei numere întregi *a*, *b* și *c*. Dacă pot reprezenta laturile unui triunghi, să se calculeze dimensiunile razei cercului înscris, razei cercului circumscris, razelor cercurilor exînscrise și a înălțimilor.
3. Să se determine rădăcinile ecuației $a \times x^4 + b \times x^2 + c = 0$. Coeficienții ecuației se citesc de la tastatură.
4. Se citesc de la tastatură numărătorul *a* și numitorul *b* ale unei fracții. Să se afișeze fracția simplificată.
5. Se citesc coordonatele unui punct din plan. Să se precizeze unde este situat punctul în plan (numele axei sau numărul cadranului).

6. Se citesc coordonatele a două puncte din plan. Să se calculeze distanța dintre ele și coordonatele mijlocului segmentului de dreaptă care le unește.
7. Se citesc coordonatele a trei puncte din plan. Să se precizeze dacă punctele sunt coliniare sau nu.
8. Se citesc coeficienții ecuației carteziene generale a unei drepte. Să se precizeze cum este dreapta: oarecare, prima bisectoare, a doua bisectoare, trece prin origine, paralelă cu Ox, paralelă cu Oy, axa Ox sau axa Oy.
9. Se citesc coordonatele vârfurilor unui triunghi. Să se determine coordonatele ortocentrului.
10. Se citesc coordonatele a două vârfuri ale unui triunghi și coordonatele ortocentrului. Să se determine coordonatele celuilalt vârf.
11. Se citesc coeficienții ecuațiilor carteziene generale pentru trei drepte. Să se deter-mine dacă dreptele sunt paralele și echidistante.
12. Se citesc coordonatele vârfului unui pătrat și coeficienții ecuației carteziene generale a unei drepte pe care se găsește una dintre laturile pătratului care nu trece prin acel vârf. Să se determine coordonatele celorlate vârfuri ale pătratului și aria pătratului.
13. Se citesc coordonatele a trei puncte din plan. Să se precizeze dacă ele pot fi vârfurile unui triunghi. În caz afirmativ, să se spună de ce tip este triunghiul (oarecare, echilateral, isoscel, dreptunghic, dreptunghic isoscel) și să se calculeze aria și perimetrul triunghiului.
14. Se citesc coeficienții ecuațiilor carteziene generale a trei drepte. Să se analizeze relația dintre aceste drepte: se intersectează toate în același punct, se intersectează două câte două, sunt toate trei paralele, toate trei se suprapun, două sunt paralele între ele și se intersectează cu a treia, două se suprapun și se intersectează cu a treia sau două se suprapun și sunt paralele cu a treia. În cazul în care există puncte de intersecție, să li se afișeze coordonatele.
15. Se citesc un număr natural *n* și un număr real *l* care reprezintă lungimea laturii unui pătrat. Pătratului i se circumscrie un cerc, cercului un pătrat ș.a.m.d. Să se determine aria pătratului și a cercului obținute după *n* operații de circumscriere.

3.5.2. Rezolvarea problemelor de fizică

Enunțul problemei 1: *Două mobile pornesc din punctul A, se mișcă rectiliniu uniform în aceeași direcție, cu vitezele* v_1 *și* v_2 ($v_1 > v_2$), *și ajung simultan în punctul B, la distanța* **d** *de A. Mobilul 1 pleacă mai târziu cu* t_0 *decât mobilul 2. Se consideră cunoscute:* v_1, v_2 *și* **d**. *Să se calculeze* t_0. *Unitatea de măsură pentru viteze este km/h, iar pentru distanță km. Timpul se va exprima în ore, minute și secunde.*

Se notează cu d distanța dintre A și B, cu t1 și t2 timpul de mișcare pentru cele două mobile și cu v1 și v2 vitezele lor. Legea de mișcare pentru cele două mobile are forma:

(1) d=v1×t1
(2) d=v2×t2=v2× (t1+t0)

Rezultă că t0=dx(1/v1+1/v2). Unitatea de măsură pentru distanță va fi *m*, pentru viteze *m/s*, iar pentru timp *s*.

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;

- ✓ **Date de intrare**: *v1*, *v2* şi *d*.
- ✓ **Date de ieşire**: *th*, *tm* şi *ts* pentru reprezentarea timpului în ore, minute şi secunde.

Algoritmul este:

```
real v1,v2,d,th,tm,ts;
inceput
 citeşte v1,v2,d;
 v1 ← v1*5/18; v2 ← v2*5/18; d ← d*1000;
 th ← d*(1/v2-1/v1);
 dacă th>=3600
    atunci
     tm ← th-[(th/3600)]*3600;    // [x]- parte întreagă din x
     th ← [(th/3600)];
    altfel
      tm ← th; th ← 0;
 sfârşit_dacă;
 dacă tm>60
     atunci ts ← tm-[tm/60)]*60; tm ← [(tm/60)];
     altfel ts ← tm; tm ← 0;
 sfârşit_dacă;
scrie "timp= ",th,"h ",tm,"m ",ts,"s";
sfârşit.
```

Enunțul problemei 2: *Două trenuri de lungimi L_1 şi L_2 şi având vitezele v_1 şi v_2 ($v_2 > v_1$) se apropie unul de altul în mişcare rectilinie uniformă, pe linii paralele. Se consideră cunoscute: v_1, v_2 şi $L_1=L_2=d$. Aflați timpul t scurs între momentul când se întâlnesc şi momentul depăşirii complete. Unitatea de măsură pentru viteze este km/h, iar pentru distanță m. Timpul se va exprima în secunde.*

Se notează cu *d* lungimea trenului, cu *t* timpul şi cu *v1* şi *v2* vitezele trenurilor. Unitatea de măsură pentru lungime va fi *m*, pentru viteze *m/s*, iar pentru timp *s*. Există două variante:

Varianta 1. Trenurile se deplasează amândouă în aceeaşi direcție. Se notează cu *x* distanța parcursă de primul tren. Legea de mişcare pentru cele două trenuri are forma:

(1) x=v1xt
(2) x+2xd=v2xt

Rezultă că t=2*d*/(v2-v1).

Varianta 2. Trenurile se deplasează în direcții opuse. Se notează cu *x1* distanța parcursă de primul tren şi cu *x2* distanța parcursă de cel de al doilea tren. Legea de mişcare pentru cele două trenuri are forma:

(1) x1=v1xt
(2) x2 =v2xt

unde x1+x2=2xd. Rezultă că t=2xd/(v1+v2).

Se vor folosi următoarele variabile de memorie;

- ✓ **Date de intrare:** *v1*, *v2* de tip real pentru viteze, *d* de tip întreg pentru distanță și *opt* de tip caracter, pentru a stabili care dintre variante se alege (are valoarea "1" pentru prima variantă și "2" pentru a doua variantă).
- ✓ **Data de ieșire:** *t*, de tip real, pentru calcularea timpului.

Algoritmul este:

```
real v1,v2,t;
întreg d;
caracter opt;
început
 citește v1,v2,d,opt;
 în caz că opt
  caz "1": t ← 2*d/((v2-v1)*(5/18));
           scrie t;
  caz "2": t ← 2*d/((v2+v1)*(5/18));
           scrie t;
  altfel   scrie "Optiune eronata";
 sfârșit_în_caz_că;
sfârșit.
```

Probleme de fizică propuse:

16. Fie A și B două puncte pe dreaptă și ***d*** distanța dintre ele. Din A pleacă spre B un mobil cu viteza v_1. După timpul t_0 pleacă din B, în același sens, un al doilea mobil cu viteza v_2 ($v_2 > v_1$). Se consideră cunoscute: v_1, v_2 și t_0. Se cere să se afle după cât timp ***t*** are loc întâlnirea vehiculelor și distanța ***x*** de la A la punctul de întâlnire. Unitatea de măsură pentru viteze este km/h, pentru distanță km, iar pentru timp h.

17. Fie A și B două puncte pe dreaptă și ***d*** distanța dintre ele. Din A și B pornesc în mișcare uniformă pe dreaptă, în același sens, două mobile cu vitezele v_1 și v_2 ($v_1 > v_2$), al doilea mobil cu timpul t_0 mai târziu decât primul. Se consideră cunoscute: v_1, v_2 și t_0. Se cere să se afle după cât timp ***t*** de la pornirea primului mobil, acesta îl ajunge pe al doilea și distanțele ***d1*** și ***d2*** parcurse de mobile până la întâlnirea lor. Unitatea de măsură pentru viteze este m/s, pentru distanță m, iar pentru timp s.

18. Fie A și B două puncte pe dreaptă și ***d*** distanța dintre ele. Din A pleacă spre B un mobil cu viteza v_1 și după timpul t_0 din B pleacă spre A un al doilea mobil cu viteza v_2. Ambele mobile se deplasează în mișcare uniformă pe dreaptă și se întâlnesc la distanța ***x*** de B. Se consideră cunoscute: ***d***, v_2 și t_0. Se cere să se afle timpul ***t*** scurs de la plecarea primului mobil până la întâlnire și viteza v_1. Unitatea de măsură pentru viteze este km/h, pentru distanță km, iar pentru timp s.

19. Două mobile pornesc simultan din punctul O în același sens, în mișcare uniformă pe dreaptă cu vitezele v_1 și v_2 ($v_1 > v_2$). După timpul t_1, pornește din O, în același sens, un al treilea mobil. El ajunge primul mobil cu timpul t_2 mai târziu decât pe al doilea. Se consideră cunoscute: v_1, v_2, t_1 și t_2. Se cere să se afle

viteza v_3 a maşinii a treia. Unitatea de măsură pentru viteze este km/h, iar pentru timp min.

20. Fie A şi B două puncte pe o dreaptă şi d distanța dintre ele. Din A şi B pornesc simultan, unul spre altul, două mobile în mişcare uniformă. Ele se întâlnesc după timpul t_1 şi îşi continuă fiecare mişcare. Mobilul plecat din A ajunge în punctul B cu timpul t_2 mai târziu decât ajunge în A mobilul plecat din B. Se consideră cunoscute: d, t_1 şi t_2. Se cere să se afle vitezele v_1 şi v_2 ale mobilelor. Unitatea de măsură pentru viteze este m/s, pentru distanță m, iar pentru timp min.
21. Fie A şi B două puncte pe o dreaptă şi d distanța dintre ele. Din A şi B pornesc simultan, unul spre altul, două mobile în mişcare uniformă. Ele se întâlnesc la distanța d_1 de B şi îşi continuă fiecare mişcarea ajungând în B şi respectiv în A. Se întorc fără oprire şi se întâlnesc a doua oară la distanța d_2 de A la timpul t după prima întâlnire. Se consideră cunoscute: d_1, d_2 şi t. Aflați vitezele v_1 şi v_2 ale mobilelor şi distanța d. Unitatea de măsură este pentru viteze m/s, pentru distanță m, iar pentru timp s.
22. Fie A şi B două puncte pe o dreaptă şi d distanța dintre ele. Din A şi B pornesc simultan, unul spre altul, două mobile în mişcare uniformă. Ele se întâlnesc la distanța d_1 de A şi îşi continuă fiecare mişcarea ajungând în B şi respectiv în A unde staționează timpul t, apoi se întorc cu aceeaşi viteză şi se întâlnesc a doua oară la distanța d_2 de B. Se consideră cunoscute: d_1, d_2 şi t. Aflați distanța d dintre ecele două puncte. Unitatea de măsură este pentru pentru distanță km, iar pentru timp h.

Evaluare

Răspundeți:

1. Ce metode puteți folosi pentru reprezentarea unui algoritm?
2. De ce se folosesc cuvinte cheie la descrierea algoritmului prin pseudocod?
3. Dați câte un exemplu de problemă pentru fiecare dintre cele trei tipuri de structuri de control.
4. Verificați algoritmul lui Euclid de la pag. 58 pentru a=2 şi b=162. Ce constatați? Modificați algoritmul astfel încât să fie mai eficient.

Adevărat sau Fals:

1. Pentru calculul modulului unui număr **x** folosiți o structură repetitivă.
2. Pentru calculul produsului a 10 numere folosiți o structură alternativă.
3. Pentru a vedea dacă un element **k** aparține unei mulțimi infinite de elemente, se foloseşte un algoritm prin care se verifică fiecare element al mulțimii dacă este identic cu elementul **k**.
4. Pentru a vedea dacă un element **j** aparține unei mulțimi infinite de elemente, se construieşte un algoritm prin care se verifică dacă elementul **j** corespunde unui criteriu prin care sunt definite elementele mulțimii.

Alegeți:

1. Fraza „cumpără acțiuni dacă produsul intern brut a crescut şi vinde în caz contrar" poate fi descrisă cu o:
   a) structură liniară b) structură alternativă c) structură repetitivă
2. Fraza „citeşte mai multe numere până când întâlneşti numărul 0" poate fi descrisă cu:
   a) o structură repetitivă cu număr cunoscut de paşi
   b) o structură alternativă generalizată
   c) o structură repetitivă cu număr necunoscut de paşi
3. La un magazin se acordă un bonus cumpărătorilor: dacă valoarea cumpărăturilor (**v**) este între 5.000.000 lei şi 10.000.000 lei, bonusul este de 1% din valoare, dacă valoarea este între 10.000.000 lei şi 20.000.000 lei, bonusul este de 2% din valoare, iar dacă valoarea este mai mare de 20.000.000 lei, bonusul este de 5% din valoare. Precizați care dintre pseudocoduri descrie corect algoritmul de acordare a bonusului[1]:

a)
```
dacă a>5000000
 atunci
  v←v-v/100;
sfârşit_dacă;
dacă v>10000000
 atunci
  v←v-2*v/100;
sfârşit_dacă;
dacă v>20000000
 atunci
  v←v-5*v/100;
sfârşit_dacă;
```

b)
```
dacă v>5000000
 atunci
  dacă v>10000000
   atunci
    dacă v>20000000
     atunci
      v←v-5*v/100;
     altfel
      v←v-2*v/100;
    sfârşit_dacă;
   altfel
    v←v-v/100;
  sfârşit_dacă;
sfârşit_dacă;
```

c)
```
dacă v>5000000
 atunci
  dacă v>10000000
   atunci
    dacă v>20000000
     atunci
      v←v-5*v/100;
    sfârşit_dacă;
   altfel
    v←v-2*v/100;
  sfârşit_dacă;
 altfel
  v←v-v/100;
sfârşit_dacă;
```

4. În urma executării secvenței *p←2;* ***pentru*** *i=3,5* ***execută*** *p ←p*i;* ***sfârşit_pentru;*** valoarea lui ***p*** este:
   a) 16 b) 24 c) 120
5. În urma executării secvenței *s←10;* ***pentru*** *i=2,6* ***pas*** *2* ***execută*** *s ←s+i;* ***sfârşit_pentru;*** valoarea lui *s* este:
   a) 16 b) 22 c) 30
6. În urma executării secvenței *p←2;* ***pentru*** *i=1,3* ***execută*** *p ←p*p;* ***sfârşit_pentru;*** valoarea lui *p* este:
   a) 16 b) 64 c) 256

---

[1] **Sugestie**: Verificați fiecare pseudocod alegând corect un set complet de date de intrare pentru testarea algoritmului. Alegerea setului complet de date de intrare se face dând valori corespunzătoare variabilei *a* pentru fiecare dintre cele patru cazuri de acordare a bonusului.

7. În urma executării secvenței *i←3;* ***cât timp*** *i<10* ***execută*** *i←i+3;* ***scrie*** *i;* ***sfârșit_cât_timp;*** se afișează numerele:
   a) 3, 6, 9 b) 6, 9, 12 c) 6, 9
8. În urma executării secvenței *i←3;* ***repetă scrie*** *i;* *i←i+3* ***până când*** *i>10;* se afișează numerele:
   a) 3, 6, 9 b) 6, 9, 12 c) 6, 9
9. Pentru n=3 și x=2, în urma executării secvenței ***pentru*** *i=1,n* ***execută*** *x←x*x;* ***sfârșit_pentru;*** se afișează numerele:
   a) 16 b) 256 c) 8
10. Pentru n=3 și x=8, în urma executării secvenței ***pentru*** *i=1,n* ***execută*** *x←x+i*i;* ***sfârșit_pentru;*** se afișează numerele:
    a) 15 b) 38 c) 22
11. Fie n=2033. Ca în urma executării secvenței: ***cât timp*** *n >= m* ***execută*** *n←n-m;* ***sfârșit_cât timp;*** – variabila *n* să aibă valoarea 0, un număr *m* cu două cifre trebuie să aibă valoarea:
    a) 99 b) 97 c) 19

Rezolvați:

12. Se consideră următorul algoritm reprezentat în pseudocod (n este un număr natural):

```
citește n; m ← 0;
cât timp n<>0 execută
   n ← n div 2; m ← m+1;
sfârșit_cât_timp;
scrie m;
```

   a) Ce valoare se va afișa pentru n=21?
   b) Ce valori se pot citi pentru *n* astfel încât să se afișeze 2?
   c) Scrieți pseudocodul unei structuri repetitive condiționate posterior echivalente.

13. Se consideră următorul algoritm reprezentat în pseudocod (a și b sunt numere naturale):

```
citește a,b;
dacă a>b atunci x ← a; a ← b; b ← x;
sfârșit_dacă;
n ← 0;
pentru i = a,b execută
   dacă i mod 2 = 0 atunci n ← n+1
   sfârșit_dacă
sfârșit pentru;
scrie n;
```

   a) Ce valoare se va afișa pentru a=20 și b=29?
   b) Precizați o valoare pentru a și o valoare pentru b astfel încât să se afișeze 0.
   c) Scrieți în pseudocod un algoritm echivalent care să folosească structura reptitivă condiționată anterior și un algoritm care să nu folosească nici o structură repetitivă.

14. Se consideră următorul algoritm reprezentat în pseudocod (a şi b sunt numere naturale):

```
citeşte a,b;
dacă a>b atunci x ← a; a ← b; b ← x;
sfârşit_dacă;
n ← 0;
cât timp  a<b execută
  a ← a+1; b ← b-1; n ← n+1;
sfârşit_pentru;
scrie n;
```

a) Ce valoare se va afişa pentru a=17 şi b=25?
b) Precizaţi o valoare pentru a şi o valoare pentru b astfel încât să se afişeze 0.
c) Scrieţi în pseudocod un algoritm echivalent care să nu folosească nici o structură repetitivă.

15. Să se calculeze funcţia **sin(x)** folosind următoarea expresie iterativă:

$e_n = x - x^3/(1*2*3) + x^5/(1*2*3*4*5) - x^7/(1*2*3*4*5*6*7) + ... +$
$+ (-1)^n * x^{2*n+1}/(1*2*3*4*5*6*7*...*(2*n+1))$

Calculul iterativ al expresiei e(x) se va face până când $| e_n - e_{n-1} | < 0.00001$. Valoarea lui e_n va fi cu o aproximaţie de 0.00001 valoarea lui sin(x).

16. Să se calculeze funcţia **cos(x)** folosind următoarea expresie iterativă:

$e_n = 1 - x^2/(1*2) + x^4/(1*2*3*4) - x^6/(1*2*3*4*5*6) + ... +$
$+ (-1)^n * x^{2*n}/(1*2*3*4*5*6*7*...*(2*n))$

Calculul iterativ al expresiei e(x) se va face până când $| e_n - e_{n-1} | < 0.00001$. Valoarea lui e_n va fi cu o aproximaţie de 0.00001 valoarea lui cos(x).

17. Următorii doi algoritmi descrişi în pseudocod calculează $\mathbf{a^b}$, unde *a* şi *b* sunt două numere naturale. Analizaţi cei doi algorimi din punct de vedere al eficienţei. Precizaţi care este algoritmul cel mai eficient. Justificaţi răspunsul.

Varianta 1

```
întreg a,b,i,p;
început
 citeşte a,b;
 i ← b; p ← 1;
 cât timp i>0 execută
   p ← p*a;
   i ← i-1;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie p;
sfârşit.
```

Varianta 2

```
întreg a,b,i,p;
început
 citeşte a,b;
 i ← b; p ← 1;
 cât timp i>0 execută
 dacă i mod 2 = 0
     atunci
       p ← p*a*a; i ← i-2;
     altfel
       p ← p*a; i ← i-1;
   sfârşit_dacă;
 sfârşit_cât_timp;
 scrie p;
sfârşit.
```

4. Implementarea algoritmilor

4.1. Caracteristicile limbajului de programare

Pentru a putea executa cu ajutorul calculatorului algoritmii descrişi în pseudocod, aceştia trebuie **implementaţi într-un limbaj de programare**, adică trebuie să-i reprezentaţi cu ajutorul instrucţiunilor unui limbaj de programare, de exemplu, limbajul C++. Transcrierea algoritmului într-un limbaj de programare se face cu un program specializat numit **editor de texte**. În acest mod se obţine un fişier care conţine un text şi care se numeşte **program sursă**. În limbajul C++ fişierul care conţine programul sursă are extensia **.cpp**.

Pentru a putea rezolva o problemă cu ajutorul calculatorului trebuie însă să folosiţi **un program executabil** (un program care să fie încărcat în memoria internă a calculatorului şi care să poată fi executat de procesor). Aceasta înseamnă că nu este suficient să transcrieţi algoritmul din limbajul pseudocod în limbajul de programare, ci trebuie să mai executaţi şi alte operaţii:

- ✓ **Compilarea**, adică traducerea fiecărei instrucţiuni din limbajul de programare într-un grup de instrucţiuni în limbajul maşinii, obţinându-se **programul obiect**. Programul obiect se memorează tot într-un fişier, care are însă extensia **.obj**.
- ✓ **Editarea legăturilor**, adică asamblarea pieselor rezultate în urma compilării pentru a se obţine **programul executabil**. În programul sursă pe care îl scrieţi veţi face apel de multe ori la funcţiile din bibliotecile standard ale limbajului. Aceste funcţii au fost realizate şi implementate în limbajul de programare de către autorii lui şi se numesc **funcţii standard**. Ele realizează operaţii de care aveţi nevoie într-un algoritm, cum sunt de exemplu operaţiile de citire sau scriere (funcţiile de citire şi de scriere) sau operaţii matematice (funcţiile matematice). Programul executabil trebuie să conţină, pe lângă grupurile de instrucţiuni în cod maşină obţinute în urma traducerii instrucţiunilor din programul sursă, şi instrucţiunile în cod maşină ale funcţiilor standard pe care le-aţi apelat în program. Rolul operaţiei de editare a legăturilor este acela de a asambla împreună instrucţiunile în cod maşină obţinute prin traducerea instrucţiunilor din programul sursă cu instrucţiunile în cod maşină ale funcţiilor standard apelate în program.

Aceste operaţii se realizează cu ajutorul a două programe numite **compilator** şi **editor de legături**. Ansamblul de programe compilator şi editor de legături funcţionează ca un translator între două persoane care vorbesc limbi diferite. Dacă în cazul unui translator traducerea se face între două limbaje naturale, în cazul acestor programe **traducerea** se face între două **limbaje artificiale**: limbajul de programare şi limbajul maşinii. Compilatorul reprezintă dicţionarul pe baza căruia se realizează traducerea cuvintelor, iar editorul de legături asamblează aceste cuvinte în construcţii gramaticale corecte.

La fel ca şi un limbaj natural, orice limbaj de programare este caracterizat de:

- ✓ **Sintaxă.** Este formată din totalitatea regulilor de scriere corectă astfel încât să se realizeze construcţii acceptate de compilator (construcţii pe care compilatorul să le poată traduce în cod maşină). Dacă nu veţi realiza construcţii corecte care să-i permită compilatorului să identifice şi să recunoască fiecare unitate lexicală, nu veţi putea transmite calculatorului informaţiile necesare pentru rezolvarea problemei (algoritmul şi datele cu care lucrează algoritmul).
- ✓ **Semantică.** Reprezintă semnificaţia construcţiilor corecte din punct de vedere sintactic. Chiar dacă aţi realizat c construcţie corectă din punct de vedere lexical, trebuie să cunoaşteţi semnificaţia ei pentru a fi siguri că aţi implementat corect algoritmul pentru rezolvarea problemei.
- ✓ **Vocabular**. Este format din totalitatea cuvintelor care pot fi folosite într-un program.

Setul de caractere folosit pentru construirea cuvintelor este format din:

- ✓ **literele mari şi mici ale alfabetului latin** (a÷z, A÷Z),
- ✓ **cifrele sistemului de numeraţie zecimal** (0÷9),
- ✓ **caracterele speciale** (spaţiu, +,-,*,/, %, =, !, #, ", (,),[,],;,:,., etc.)

Cuvintele pot fi: **identificatori, separatori, constante, cuvinte cheie** şi **operatori.**

Identificatorii sunt nume de obiecte folosite în program (cum sunt, de exemplu, variabilele de memorie şi funcţiile). Identificatorul este o succesiune de litere, cifre sau caracterul de subliniere (_), din care prima trebuie obligatoriu să nu fie cifră. Lungimea maximă a unui identificator este de 31 de caractere. De exemplu, sunt consideraţi identificatori corecţi: *a1*, *A1*, *delta*, *_nr*, *nr_prim*, dar nu sunt consideraţi corecţi identificatorii *1A*, *A B*, *A&B* sau *c.m.m.d.c.*. Limbajul C++ face **diferenţă între literele mari şi literele mici** ale alfabetului. De exemplu, identificatorul *A1* este diferit de identificatorul *a1*.

Recomandări:

1. Nu începeţi un nume de variabilă de memorie cu caracterul _, deoarece în funcţiile standard se folosesc frecvent identificatori care încep cu acest caracter.
2. Folosiţi literele mici pentru numele de variabile şi literele mari pentru numele de constante.

Separatorii se folosesc pentru a delimita unităţile lexicale (o unitate lexicală este formată dintr-un şir de caractere care are o semnificaţie lingvistică). Se folosesc în rolul de separatori:

- ✓ spaţiul şi caracterul tabulator (TAB) pentru a separa cuvintele,
- ✓ ; pentru a separa instrucţiunile (corespunde punctului care separă propoziţiile din limbajul natural),
- ✓ ansamblul de caractere de control CR+LF generat la apăsarea tastei **Enter** pentru a separa liniile de text (corespund scrierii unui paragraf de la începutul rândului din limbajul natural),
- ✓ virgula (,) care separă elementele unei liste (corespunde virgulei care separă cuvintele unei enumerări din limbajul natural).

Cuvintele cheie (*keywords*) sunt identificatori cu o semnificaţie precisă pentru limbaj, care nu pot fi folosiţi într-un alt context decât cel permis de semantica limbajului.

De exemplu, **int, char, float, double, unsigned, signed, short, long, void, sizeof, typedef, struct, const, enum, if, else, switch, case, default, for, while, do, break , continue, return** etc. Din această cauză nu puteți folosi ca identificatori cuvinte cheie.

Programul poate conține și comentarii. **Comentariile** sunt texte explicative folosite în program pentru a-l face mai ușor de înțeles. Ele nu sunt interpretate de compilator. Pot fi scrise oriunde în program și sunt delimitate de restul programului astfel:

- dacă ocupă mai multe rânduri, se folosesc perechile de caractere **/*** și ***/**,
- dacă se scrie pe un singur rând, comentariul este precedat de caracterele **//**.

De exemplu:

```
a)  /* Acesta este
       un comentariu */
b)  // Acesta este
    // un comentariu
```

4.2. Structura programului

Pentru a înțelege structura unui program, vom defini mai întâi **blocul**.

Blocul este unitatea de bază a oricărui program C++.

Blocul este format din linii de text scrise în limbajul de programare. Pe o linie de text se pot scrie una sau mai multe **instrucțiuni**. Instrucțiunea codifică în limbajul de programare un pas al algoritmului descris în pseudocod. Blocul poate conține două părți:

- **Partea declarativă.** Conține definiții de obiecte necesare algoritmului pentru rezolvarea problemei: tipuri de date, constante, variabile de memorie etc. Definirea lor se face cu ajutorul **instrucțiunilor declarative**. Instrucțiunile declarative furnizează compilatorului informații despre semnificația identificatorilor folosiți în program.
- **Partea executabilă** sau **partea procedurală.** Conține instrucțiunile care descriu pașii algoritmului care trebuie implementat pentru rezolvarea problemei. Aceste instrucțiuni se numesc **instrucțiuni imperative**. Ele sunt:
  - **a) Instrucțiunea expresie** prin care se evaluează o expresie. În cazul în care expresia conține operatorul de atribuire prin care se atribuie unei variabile de memorie valoarea unei expresii, ea va fi echivalentă cu o **instrucțiune de atribuire** din alte limbaje de programare și corespunde operației de atribuire din algoritm. În cazul în care expresia conține numai apelul unei funcții (funcția este un program care poate fi apelat dintr-un alt program, apelarea ei însemnând o cerere de executare), ea va fi echivalentă cu o **instrucțiune procedurală** din alte limbaje de programare și corespunde unei operații complexe din algoritm (cum este, de exemplu, scrierea sau citirea datelor).
  - **b) Instrucțiunea de control** prin care se modifică ordinea de execuție a programului. Ea corespunde unei structuri de control dintr-un algoritm.

Observație. La sfârșitul fiecărei instrucțiuni se scrie caracterul separator;.

Limbajul de programare permite definirea unei instrucțiuni compuse. **Instrucțiunea compusă** este o instrucțiune formată dintr-un grup de instrucțiuni care sunt interpretate de compilator ca o singură instrucțiune. Definirea se face prin încadrarea grupului de instrucțiuni de parantezele { ... }. Parantezele acoladă sunt **separatori.**

Blocul este încapsulat într-o instrucțiune compusă. Nu este obligatoriu ca blocul să conțină ambele părți. Construcții de forma { } sau { ; } sunt acceptate de compilator și înseamnă **blocul vid** (blocul care nu conține nimic), respectiv blocul care conține o instrucțiune care nu face nimic, adică **instrucțiunea vidă.**

Orice program C++ este o **colecție de definiții de variabile și funcții. Funcția** are un nume și rezolvă o anumită sarcină. Ea este un bloc precedat de un **antet**. Așadar programul conține entități de forma:

antet funcție
{ bloc}

În **antet** se precizează numele funcției, tipul rezultatului pe care-l întoarce, prin chiar numele său, și eventual parametrii de execuție (valori care se transmit blocului și care sunt necesare când se execută):

tip_rezultat nume (listă_parametri)

Dacă nu se precizează ***tip_rezultat*** se presupune că funcția întoarce un rezultat întreg.

Una dintre funcții este **funcția rădăcină**. Ea este obligatorie și este primul bloc cu care începe execuția programului. Numele său este **main()**. Antetul acestei funcții este:

void main()

ceea ce semnifică faptul că funcția nu întoarce nici un rezultat (**void**) și nu necesită parametri pentru apelare – parantezele () nu conțin o listă de parametri. Chiar dacă funcția nu are nevoie de parametri pentru apelare, parantezele () sunt obligatorii. Dacă nu se precizează pentru funcția **main** tipul rezultatului, chiar dacă funcția nu întoarce nici un rezultat, nu se va produce o eroare de compilare, ci numai un avertisment al compilatorului. Pentru algoritmii simpli pe care îi veți implementa cu ajutorul limbajului C++ nu veți folosi decât o singură funcție: funcția rădăcină.

Ca exemplu pentru structura unui program C++ se consideră următoarea problemă:

Enunțul problemei: *Se citesc două numere întregi **a, b**. Să se calculeze suma lor.*

Programul în limbajul **C++** este:

`void main()`	**Antetul funcției rădăcină** (este obligatoriu)
`{`	**Începutul blocului** (este obligatoriu)
`int a,b,s;`	**Partea declarativă**; conține o instrucțiune declarativă pentru variabilele de memorie *a*, *b* și *s*, de tip întreg.
	Începutul părții executabile
`cout<<"a= ";` → `cin>>a;` `cout<<"b= ";` `cin>>b;`	Operațiile de **citire** și **scriere** se execută cu **instrucțiuni expresie** care creează fluxuri de date implementate în bibliotecile limbajului de programare (**cin>>** și **cout<<**). Corespund unei **instrucțiuni procedurale** din alte limbaje.
`s=a+b;` → `cout<<"suma= "<<s;`	**Instrucțiune expresie** pentru operația de **atribuire**.
`}`	**Sfârșitul blocului** (este obligatoriu)

4.3. Instrucțiunile declarative

Se folosesc pentru declararea obiectelor folosite în algoritm:
- ✓ variabile de memorie,
- ✓ constante simbolice,
- ✓ tipuri de date.

4.3.1. Tipuri de date

Ați aflat deja că unul dintre atributele unei date elementare este **tipul** ei. În limbajul C++ puteți folosi următoarele tipuri de date:
- ✓ **tipuri standard** sau **predefinite**, adică tipuri implementate în limbaj, și
- ✓ **tipuri definite** de utilizator.

Fiecare tip de dată se identifică printr-un nume. Identificatorii folosiți pentru tipurile standard sunt cuvinte cheie. În limbajul C++ sunt implementate următoarele **tipuri standard (tipuri de bază)**:
- ✓ **char** pentru memorarea caracterelor;
- ✓ **int** pentru memorarea numerelor întregi;
- ✓ **float** și **double** pentru memorarea numerelor reale;
- ✓ **void** pentru tip neprecizat.

Observație: În limbajul C++ **nu este implementat tipul logic.** Pentru acest tip de dată se poate folosi orice tip numeric. Interpretarea este următoarea:
- ✓ unei expresii al cărei rezultat este de tip logic i se atribuie valoarea **0** pentru *False* și **1** pentru *True*;
- ✓ într-o expresie, un operand numeric este interpretat ca un operand logic, astfel: dacă are valoarea **0**, este considerat *False*, iar dacă are valoarea **diferită de 0**, este considerat *True*.

Tipul datei determină dimensiunea zonei de memorie alocată datei și modul de codificare și, implicit, **domeniul de definiție intern al datei.** Dimensiunea zonei de memorie alocată unei date de un anumit tip este dependentă de mașină (de hardware), cu excepția tipului **char** pentru care se folosește 1 octet. De exemplu, pentru tipul **int** dimensiunea poate fi de 2 octeți (16 biți) sau de 4 octeți (32 de biți). Compilatorul C++ alege singur dimensiunea specifică echipamentului hardware.

Modurile de codificare folosite pentru tipurile de bază sunt:
- ✓ **char** folosește reprezentarea caracterului în codul ASCII (care este un cod numeric),
- ✓ **int** folosește reprezentarea în complement față de 2,
- ✓ **float** folosește reprezentarea în virgulă mobilă simplă precizie,
- ✓ **double** folosește reprezentarea în virgulă mobilă dublă precizie.

Aceste moduri de codificare sunt prezentate în Anexa 3.

Tipul char este tratat astfel:
- ✓ **operația de atribuire**: i se poate atribui o constantă de tip caracter sau o valoare numerică ce reprezintă codul ASCII al unui caracter.

- ✓ **operatori matematici**: într-o expresie se pot aplica operatori matematici pe acest tip de dată, în evaluarea expresiei fiind folosită valoarea numerică memorată în dată.
- ✓ **operațiile de citire și scriere**: valoarea introdusă de la tastatură nu poate să fie decât un caracter, iar valoarea numerică memorată în dată este afișată sub forma unui caracter al cărui cod ASCII este acea valoare numerică.

Modul de implementare a acestor tipuri de date poate fi modificat prin declarații suplimentare de tip: **short** (scurt), **long** (lung), **signed** (cu semn) și **unsigned** (fără semn). De exemplu, tipul **unsigned char** este tipul **char** pe care s-a aplicat modificatorul **unsigned** și înseamnă tipul caracter fără semn, adică valoarea numerică memorată care reprezintă codul ASCII al unui caracter este interpretată ca un număr întreg pozitiv, sau 0, iar tipul **signed char** este tipul **char** pe care s-a aplicat modificatorul **signed** și înseamnă tipul caracter cu semn, adică valoarea numerică memorată este interpretată ca un număr întreg pozitiv sau negativ.

Observații:

1. Toți acești **modificatori de tip** se pot aplica pe tipul **int**. În acest caz, tipul **int** poate fi omis (este considerat implicit). Astfel, tipul **short** este echivalent cu tipul **short int**, iar tipul **unsigned long** este echivalent cu tipul **unsigned long int**. Deoarece tipul **int** se folosește pentru numere întregi (pozitive și negative), aplicarea modificatorului **signed** pe acest tip de dată este de prisos.
2. Pe tipul **char** se pot aplica numai modificatorii **signed** și **unsigned**.
3. Pe tipurile de date reale se poate aplica numai modificatorul **long**, și acesta numai pe tipul **double**.
4. Prin aplicarea modificatorilor de tip se modifică dimensiunea zonei de memorie alocată acelui tip. Regulile sunt următoarele: pentru tipul **short** cel puțin 2 octeți, dar nu mai mult decât pentru tipul **int**, iar pentru tipul **long**, cel puțin 4 octeți, dar nu mai puțin decât pentru tipul **int**. Astfel, dacă pe mașina respectivă pentru tipul **int** dimensiunea zonei de memorie alocată este de 2 octeți, aplicarea modificatorului **short** pe acest tip de dată este de prisos.

În tabelul următor sunt prezentate tipurile de date pe care le puteți folosi în cazul unei mașini pentru care tipul **int** este reprezentat pe 2 octeți:

Tip de dată	Dimensiune	Domeniu de definiție intern al datei
char	8 biți	-128÷127
unsigned char	8 biți	0÷255
int	16 biți	-32.768÷32.767
unsigned	16 biți	0÷65.535
long	32 biți	-2.147.483.648÷2.147.483.647
unsigned long	32 biți	0÷4.294.967.205
float	32 biți	$\pm 3,4*10^{-37} \div \pm 3,4*10^{37}$ (cu o precizie de 6 cifre)
double	64 biți	$\pm 1,7*10^{-308} \div \pm 1,7*10^{308}$ (cu o precizie de 10 cifre)
long double	80 biți	$\pm 3,4*10^{-4932} \div \pm 1,1*10^{4932}$ (cu o precizie de 15 cifre)

Cunoaşterea domeniului intern de definiţie al tipului de dată este importantă în alegerea corectă a tipului de dată. De exemplu, dacă cerinţa este ca într-o dată să se memoreze o valoare numerică din domeniul [10.000÷40.000], se va folosi tipul **unsigned int**, iar dacă cerinţa este ca într-o dată să se memoreze un număr natural cu 9 cifre, se va folosi tipul **unsigned long int**.

4.3.2. Constantele

Într-un program puteţi folosi:
- ✓ **constante literale** – sunt valori efective pe care le folosiţi în program;
- ✓ **constante simbolice** – sunt identificatori pe care îi folosiţi în locul valorilor efective.

Constantele literale pot fi:
- ✓ numerice: – întregi,
  – reale,
- ✓ caracter,
- ✓ şir de caractere.

Constantele numerice literale

Observaţie. Constantele numerice **întregi** nu pot fi decât numere pozitive.

Constantele numerice întregi pot fi exprimate:
- ✓ în baza 10, printr-un număr întreg pozitiv (de exemplu: 2, 1021),
- ✓ în baza 8, printr-un număr întreg pozitiv precedat de un **0** (de exemplu: 0124 reprezintă $124_{(8)}$),
- ✓ în baza 16, printr-un număr întreg pozitiv precedat de **0x** sau **0X** (de exemplu: 0X1A sau 0x1a reprezintă $1A_{(16)}$).

Constantele numerice reale pot fi exprimate:
- ✓ printr-un număr real, separarea părţii întregi de partea fracţionară făcându-se cu caracterul punct (de exemplu -50.12; 2.; .01; 0.01),
- ✓ folosind **notaţia ştiinţifică**, în care numerele sunt reprezentate prin **mantisă** şi **exponent**, cu ajutorul puterilor lui 10 (exponenţii), cele două părţi fiind separate de litera **e** sau **E** (de exemplu -5 E -10, care înseamnă $-5*10^{-10}$, sau -1.1e -5 care înseamnă $-1.1*10^{-5}$).

$$12.5 = 125 * 10^{-1} = 125\ \mathbf{E}\ -1 = 125\ \mathbf{e}\ -1$$

mantisă — exponent

Constantele caracter literale

Pot fi exprimate:
- ✓ printr-un caracter delimitat cu apostrofuri (de exemplu: 'a', 'A', '1'),
- ✓ prin codul ASCII al caracterului, precizat în baza 10 (de exemplu: 97, 65, 49),
- ✓ prin **secvenţe escape**, constanta fiind precizată prin codul său ASCII exprimat în baza 8 sau 16; secvenţa escape este delimitată de apostrofuri şi începe cu carac-

terul \ (de exemplu, caracterul 'a' are codul ASCII $97_{(10)} = 141_{(8)} = 61_{(16)}$ și constanta 'a' mai poate fi reprezentată și prin secvențele escape '\141' sau '\x61').

Observație. Secvențele escape se folosesc în general pentru:

✓ caractere care sunt reprezentate în codul ASCII dar nu pot fi scrise prin delimitarea cu apostrofuri a unor caractere introduse de la tastatură, așa zisele **caractere albe** (*whitespace*), pentru aceste caractere putând fi folosite și **notațiile speciale**:

Caracterul	Reprezentat în:			
	notație specială	cod ASCII în:		
		zecimal	octal	hexazecimal
newline (linie nouă)	'\n'	10	'\12'	'\xA'
carriage return (retur de car)	'\r'	13	'\15'	'\xD'
bell (semnal sonor)	'\a'	7	'\7'	'\x7'
tabulator orizontal	'\t'	9	'\11'	'\x9'
tabulator vertical	'\v'	11	'\13'	'\xB'
backspace (revenire cu o poziție)	'\b'	8	'\10'	'\x8'
formfeed (salt de pagină la imprimantă)	'\f'	12	'\14'	'\xC'

✓ caractere care au o semnificație specială în definirea constantelor de tip caracter, pentru aceste caractere putând fi folosite și **notațiile speciale**:

Caracterul	Reprezentat în:			
	notație specială	cod ASCII în:		
		zecimal	octal	hexazecimal
\ (backslash)	'\\'	92	'\134'	'\x5C'
' (apostrof)	'\''	34	'\47'	'\x27'
? (semn de întrebare)	'\?'	63	'\65'	'\x35'

Constantele șir de caractere literale

O constantă de tip șir de caractere este formată dintr-un grup de caractere delimitat cu ghilimele (de exemplu "abcd", "ABC", "123"). Atunci când vreți să afișați pe ecran un mesaj, veți scrie o constantă de tip șir de caractere.

Un caracter delimitat de apostrofuri este diferit de un caracter delimitat de ghilimele (de exemplu 'a' este diferit de "a"). Primul este o constantă de tip **char** (o dată elementară), iar al doilea este o structură de date denumită șir de caractere ce conține un singur caracter.

4.3.3. Declararea variabilelor de memorie

Declararea variabilelor de memorie se face prin instrucțiunea:

```
tip_dată nume;
```

unde **tip_dată** precizează tipul datei memorate în variabila de memorie, iar **nume** identificatorul variabilei de memorie. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
int a;
char b;
```

se declară două variabile de memorie: *a* de tip întreg şi *b* de tip caracter.

La declarare, variabilei de memorie i se alocă o zonă de memorie cu dimensiunea corespunzătoare tipului de dată, iar tipul de dată va determina modul în care va putea fi prelucrată acea variabilă de memorie în program.

Observaţii:

1. Într-o instrucţiune declarativă se pot declara mai multe variabile de memorie de acelaşi tip, astfel:

tip_dată listă_nume;

unde **listă_nume** este o listă de nume de variabile de memorie de acelaşi tip, în care numele sunt separate prin virgulă. De exemplu, prin instrucţiunile declarative:

```
int a,b,c;
char x,y;
```

se declară variabilele de memorie: *a*, *b* şi *c* de tip întreg şi *x* şi *y* de tip caracter.

2. La declararea unei variabile de memorie aceasta va avea o **valoare reziduală** (reprezintă valoarea atribuită zonei de memorie alocate variabilei de către un program care a fost executat anterior). Prin instrucţiunea declarativă, variabilei de memorie i se poate atribui o valoare iniţială (poate fi **iniţializată**), astfel:

tip_dată nume=valoare;

unde **valoare** reprezintă o constantă de acelaşi tip ca şi variabila de memorie sau o variabilă de memorie declarată anterior şi căreia i s-a atribuit o valoare, iar caracterul egal (=) are rol de **separator** între numele variabilei de memorie şi valoarea cu care se iniţializează. De exemplu, prin instrucţiunile declarative:

```
int a, b=1, c=2;
float d=10;
char x='a', y=97, z='\141', w='\x61';
```

se declară variabilele de memorie de tip întreg: *a* care are o valoare reziduală, *b* care are valoarea 1 şi *c* care are valoarea 2, o variabilă de tip real *d* care are valoarea 10 şi patru variabile de memorie de tip caracter *x*, *y*, *z* şi *w* care conţin o valoare numerică întreagă (97) care reprezintă codul ASCII al literei *a*.

O instrucţiune declarativă poate să apară oriunde în blocul funcţiei (nu este obligatoriu să fie scrisă la începutul blocului). **Regula** care trebuie însă respectată este: **declararea unei date trebuie să se facă înainte ca ea să fie folosită într-o instrucţiune imperativă.**

Prin instrucţiunile declarative:

```
char x='a';
int a=10, b=a, c=x;
```

se declară variabila de memorie de tip caracter *x* care conţine o valoare numerică întreagă (97) care reprezintă codul ASCII al literei *a* şi trei variabile de memorie de tip întreg: *a* care are valoarea 10, *b* care are valoarea ce a fost atribuită anterior variabilei *a*, adică 10, şi *c* care are valoarea ce a fost atribuită anterior variabilei *x*, adică 97.

Ordinea în care se execută operațiile de declarare și inițializare a variabilelor din lista unei instrucțiuni declarative nu face parte din definiția limbajului și este stabilită de compilator. Variabila *c* se poate inițializa cu valoarea lui *x*, deoarece instrucțiunile se execută secvențial. Inițializarea variabilei *b* cu valoarea lui *a* depinde de ordinea în care compilatorul creează și inițializează variabilele dintr-o listă.

4.3.4. Declararea constantelor simbolice

Declararea constantelor simbolice se face prin instrucțiunea:

const [tip_dată][1] nume=valoare;

unde **const** este un cuvânt cheie care înseamnă definirea unei constante simbolice, **tip_dată** precizează tipul datei constante, **nume** este identificatorul constantei, iar **valoare** este valoarea constantei. Tipul de dată poate fi omis. În acest caz, constanta este considerată de tip **int**. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

const int A=5; sau **const** A=5;
const float PI=3.14;
float pi=3.14;

se declară două constante: *A* de tip întreg care are valoarea 5 și *PI* de tip real care are valoarea 3,14, și o variabilă de memorie de tip real *pi*.

Observație: Valoarea unei constante simbolice nu poate fi modificată printr-o operație de citire de la tastatură sau prin atribuirea unei expresii, dar poate fi afișată printr-o operație de scriere pe ecran sau poate fi folosită într-o expresie ca operand. Variabila de memorie *pi* a fost inițializată cu valoarea 3,14. Valoarea ei va putea fi modificată fie printr-o operație de citire de la tastatură, fie printr-o operație de atribuire, spre deosebire de constanta *PI* a cărei valoare nu poate fi modificată.

În cazul în care o valoare constantă apare de mai multe ori într-un program, se recomandă folosirea constantei simbolice în locul constantei literale, din următoarele motive:

- ✓ Programul este mai ușor de citit.
- ✓ La actualizarea programului, modificarea valorii constante se face mai ușor. În loc să se caute toate aparițiile constantei literale în program pentru a-i modifica valoarea, se modifică valoarea constantei simbolice în instrucțiunea declarativă. De exemplu, dacă pentru numărul π vreți să folosiți valoarea 3,141593 în locul valorii 3,14, modificarea programului se face foarte simplu, prin modificarea valorii constantei simbolice PI.

Declararea unui set de constante

Un grup de constante întregi din domeniul [0, 32767] poate fi definit printr-o singură instrucțiune declarativă, sub forma unui **set de constante**, astfel:

---

[1] **Convenție de notare**: un element încadrat de paranteze [ ] poate fi omis, iar simbolul | pus între două elemente are semnificația conjuncției **sau**: primul element sau al doilea element.

```
enum [nume_set] {listă_constante};
```

Setul de constante se mai numeşte şi **constantă de tip enumerare**. Lista conţine elemente de forma **nume=[valoare]** separate prin virgulă. Dacă se precizează valoarea, constanta va avea valoarea precizată. Dacă nu se precizează valoarea, constanta va avea valoarea constantei precedente în listă, incrementată cu 1, valoarea primei constante din listă fiind 0.

De exemplu:
enum logic {NU,DA} – s-a definit setul de constante *logic* care conţine constantele *NU*, care are valoarea 0, şi *DA*, care are valoarea 1.
enum set1 {A,B,C} – s-a definit setul de constante *set1* care conţine constantele A=0, B=1 şi C=2.
enum set2 {A=2,B=5,C} – s-a definit setul de constante *set2* care conţine constantele A=2, B=5 şi C=6.
enum set3 {A,B=2,C=4} – s-a definit setul de constante *set3* care conţine constantele A=0, B=2 şi C=4.
enum set4 {A=5,B,C=B,D} – s-a definit setul de constante *set4* care conţine constantele A=5, B=6, C=6 şi D=7.
enum caractere {BELL='\a',TAB='\t',BS='\b',RAND_NOU='\n',RAND_NOU='\r'} – s-a definit setul de constante *caractere* care conţine constante pentru câteva dintre caracterele albe.

4.3.5. Declararea tipurilor de dată utilizator

Pe lângă tipurile predefinite de date, se pot defini şi tipuri utilizator, prin instrucţiunea declarativă:

```
typedef definiţie_tip nume_tip;
```

Observaţie: Tipul de dată trebuie definit înainte de a se declara o dată de acel tip (variabilă de memorie sau constantă). De exemplu:

```
typedef unsigned char byte;
.....
byte a;
```

S-a definit tipul *byte*, pentru definirea sa folosindu-se tipul de bază **unsigned char** şi s-a declarat apoi variabila *a* cu tipul *byte*.

```
typedef enum {NU, DA} boolean;
.....
boolean x;
```

S-a definit tipul *boolean*, pentru definirea sa folosindu-se un set de constante, şi s-a declarat apoi variabila *x* cu tipul *boolean*. Variabila de memorie *x* nu poate lua decât valorile *DA* şi *NU*.

Observaţie: Declararea unui tip de dată nu creează un tip nou de dată, ci numai un nume nou care este atribuit unui tip existent şi care poate fi folosit la declararea variabilelor de memorie şi a constantelor simbolice. Tipul de dată la care se referă un tip utilizator este sinonim cu cel predefinit care a fost folosit la declararea lui, iar variabilele de memorie şi constantele simbolice care au acest tip au aceleaşi pro-

prietăți ca și cele care au tipul predefinit din declarare. Folosirea tipurilor de date utilizator face mai ușor de citit un program atunci când trebuie modificat.

4.4. Operațiile de citire și scriere

În program se prelucrează datele conform algoritmului definit pentru rezolvarea problemei. În urma acestui proces de prelucrare, din datele de intrare se obțin datele de ieșire. Introducerea datelor și afișarea rezultatelor sunt sarcini importante ale unui program. În C++ toate operațiile de intrare-ieșire se execută prin fluxuri de date. Un **flux de date** (*stream*) reprezintă fluxul datelor de la sursă la destinație.

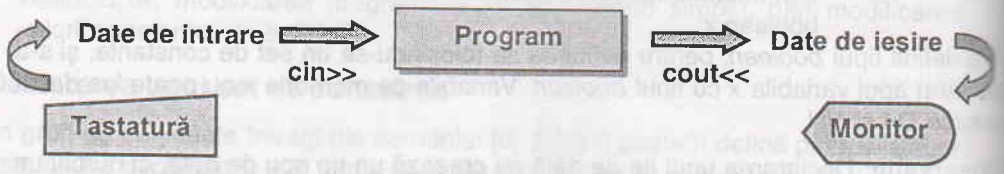
Sursa poate fi:
- ✓ tastatura,
- ✓ fișier pe disc,
- ✓ variabilă de memorie.

Destinația poate fi:
- ✓ ecranul monitorului,
- ✓ fișier pe disc,
- ✓ variabilă de memorie.

Fluxul de date este format din secvențe de caractere organizate pe **linii** (separate prin codurile ASCII generate la apăsarea tastei **Enter**) care intră și care ies din program. Prin fluxurile de date echipamentele de intrare-ieșire sunt conectate la programul C++.

Puteți folosi două **fluxuri de date standard**:

1. **Flux de date de intrare** (**cin**) care conectează tastatura la program, prin intermediul căruia se pot executa operațiile de **citire** prin care datele de intrare sunt furnizate programului. În acest caz fluxul datelor este între:
   - ✓ **sursă** – tastatura, și
   - ✓ **destinație** – variabila de memorie.
2. **Flux de date de ieșire** (**cout**) care conectează monitorul la program, prin intermediul căruia se pot executa operații de **scriere** prin care datele de ieșire sunt furnizate de program. În acest caz fluxul datelor este între:
   - ✓ **sursă** – variabila de memorie, și
   - ✓ **destinație** – ecranul monitorului.



Pentru operațiile de citire și scriere se folosesc instrucțiunile expresie prin care se creează fluxurile de date, cu ajutorul operatorilor >>, respectiv <<:
- ✓ **cin>>** – pentru citire, și
- ✓ **cout<<** – pentru scriere.

Semnificația acestor expresii este următoarea:

- Pentru **citire**. Fluxul de date se creează între tastatură și o **variabilă de memorie**: **cin** reprezintă tastatura, iar **operatorul de intrare >>** înseamnă transmiterea unei valori de la tastatură.
- Pentru **scriere**. Fluxul de date se creează între variabila de memorie și monitor: **cout** reprezintă monitorul, iar **operatorul de ieșire <<** înseamnă transmiterea unei valori către monitor.

Rolul operatorilor >> și << este de a apela funcții de sistem (funcția care este apelată este determinată de tipul variabilei de memorie) care convertesc:

- **la intrare**: o secvență de șiruri de caractere într-un tip de dată;
- **la ieșire**: un tip de dată într-o secvență de șiruri de caractere.

Sintaxa pentru expresiile care creează fluxurile de date este:

Pentru operația de **citire de la tastatură**:

1. Pentru citirea valorii unei singure variabile de memorie identificată prin numele ei:

```
cin>> nume_variabilă_memorie;
```

2. Pentru citirea valorilor a *n* variabile de memorie identificate prin numele lor:

```
cin>> nume_1>>nume_2>>...>>nume_n;
```

Observații:

1. Introducerea valorii unei variabile de memorie se termină prin apăsarea tastei **Enter**.
2. Tipul variabilei de memorie nu trebuie să fie un tip utilizator definit prin set de constante. În exemplul următor, operația de citire va produce avertisment la compilare și nu va avea nici un fel de efect asupra variabilei de memorie *x* la execuția programului:

```
typedef enum {DA,NU} boolean;
boolean x;
cin>>x;
```

3. Dacă pentru o variabilă de memorie din listă nu se introduce de la tastatură o valoare care să corespundă tipului ei, operația de citire se blochează (nu se mai citesc valorile nici pentru celelalte variabile de memorie din listă) și se trece la execuția următoarei instrucțiuni din program. Astfel:
   - ✓ Pentru tip **întreg** de dată. Dacă se introduce un număr real sau un caracter, operația de citire se blochează și conținutul zonei de memorie nu se modifică. Dacă se introduce un număr întreg care nu aparține domeniului de definiție intern al tipului de dată (de exemplu, un număr întreg mai mare decât valoarea maximă permisă de tip, sau un număr negativ, pentru tipul întreg pozitiv cum este tipul **unsigned**), operația de citire nu se blochează, dar valoarea introdusă va fi codificată conform tipului de dată al variabilei de memorie și nu va mai corespunde celei introduse de la tastatură.
   - ✓ Pentru tip **real** de dată. Dacă se introduce un caracter, operația de citire se blochează și conținutul zonei de memorie nu se modifică. Dacă se introduce un număr real cu mai multe cifre la partea fracționară decât permite precizia reprezentării, se vor memora numai atâtea cifre câte permite precizia

reprezentării (de exemplu, dacă se introduce 3.12345678 pentru o dată de tip **float** care are o precizie de 6 cifre, se va memora valoarea 3.123456).

✓ Pentru tip **caracter** de dată. Dacă se introduce un şir de caractere în locul unui singur caracter, în zona de memorie a datei se va păstra primul caracter din şir şi se va considera că restul caracterelor din şir au fost citite pentru următoarea variabilă de memorie (dacă mai există una în fluxul de citire **cin >>**).

Să considerăm următoarea secvenţă de instrucţiuni:

```
unsigned a=0; int b=0, c=0;          (1)
cin>>a>>b>>c;                        (2)
```

După secvenţa de instrucţiuni (1), în memoria internă se va aloca fiecăreia dintre cele trei variabile de memorie câte o zonă de 2 octeţi, iar conţinutul acestor zone de memorie va fi:

Memoria internă a | 0 | b | 0 | c | 0 |

Dacă, în timpul execuţiei instrucţiunii (2), de la tastatură se introduc valorile: 1 **Enter** 5 **Enter** 10 **Enter**, conţinutul acestor zone de memorie va fi:

Memoria internă a | 1 | b | 5 | c | 10 |

iar dacă se introduc valorile -1 **Enter** a **Enter**, operaţia de citire se blochează după citirea caracterului *a* şi se trece la execuţia următoarei instrucţiuni, iar conţinutul *acestor zone de memorie va fi:*

Memoria internă a | 65535 | b | 0 | c | 0 |

Pentru operaţia de **scriere pe ecran**:

1. Pentru afişarea valorii unei singure variabile de memorie sau constante simbolice identificată prin numele ei sau pentru afişarea unei singure constante literale:

```
cout<< nume_variabilă_memorie|constantă;
```

2. Pentru afişarea valorilor a *n* variabile de memorie sau constante simbolice identificate prin numele lor sau constante literale precizate prin valorile lor:

```
cout<< nume_1|const_1<<nume_2|const_2<<...<<nume_n|const_n;
```

Observaţie: Valorile precizate în listă se afişează unele după altele, fără spaţiu între ele. De exemplu, în urma execuţiei instrucţiunilor:

```
int a=10, b=20;
cout<<a<<b;
```

se va afişa `1020`. Pentru a evidenţia fiecare valoare afişată se pot folosi două metode:

✓ valorile se scriu pe acelaşi rând, separate prin spaţii (folosindu-se o constantă de tip şir de caractere pentru afişarea spaţiilor):

```
cout<<a<<"  "<<b;          se afişează: 10  20
```

✓ valorile se scriu pe rânduri diferite, pentru separarea lor folosindu-se constanta **endl** care este o constantă din bibliotecile sistemului şi care corespunde apăsării tastei **Enter**:

```
cout<<a<<endl<<b;          se afişează: 10
                                        20
```

Folosirea acestei constante este echivalentă cu folosirea constantelor **linie nouă** şi **retur de car**, următoarea instrucţiune fiind echivalentă cu cea anterioară:

cout<<a<<'\n'<<'\r'<<b; se afişează: `10`
`20`

Observaţie: Dacă se afişează o constantă de tip şir de caractere în care vreţi să afişaţi şi caracterul ghilimele care este folosit ca delimitator, veţi folosi secvenţa escape pentru acest caracter. De exemplu, în urma execuţiei instrucţiunii:

cout<<" Raspunsul este \"Da \" ";

pe ecran se va afişa: `Raspunsul este "Da".`

Limbajul C++ foloseşte foarte puţine instrucţiuni şi foarte multe funcţii de sistem (cum sunt cele apelate prin expresiile **cin>>** şi **cout<<**) care sunt definite în fişierele biblioteci ale limbajului. Atunci când întâlneşte în program o instrucţiune în care este apelată o funcţie de sistem, compilatorul, pentru a putea traduce programul sursă, are nevoie de informaţii despre acea funcţie: numele funcţiei, numărul şi tipul parametrilor folosiţi pentru apel şi tipul rezultatului furnizat. Aceste informaţii se numesc **prototipul** funcţiei. Prototipurile funcţiilor de sistem se găsesc în fişiere antet (header) care au extensia **.h**. Constanta **endl** este o constantă simbolică de sistem. Şi în acest caz compilatorul are nevoie de informaţii: numele constantei, tipul şi valoarea. Aceste informaţii se găsesc tot într-un fişier antet. Pentru a putea fi folosite de compilator, informaţiile despre funcţiile sistem apelate (prototipurile lor) şi despre constantele simbolice de sistem trebuie incluse în fişierul sursă (fişierul care conţine programul pe care l-aţi scris) înainte de a începe compilarea lui. Această operaţie se face scriind în fişierul sursă, înainte de funcţia **main()**, directiva pentru preprocesor:

#include <nume_fişier_antet.h>

Preprocesarea este operaţia prin care se furnizează informaţii suplimentare compilatorului. Ea se execută înaintea compilării propriu-zise, prin intermediul unui program special numit **preprocesor**, care acţionează asupra programului sursă (fişier text cu extensia **cpp**), iar rezultatul este tot un program sursă (fişier text cu extensia **cpp**), spre deosebire de compilare, care acţionează asupra programului sursă (fişier text cu extensia **cpp**), iar rezultatul este un program obiect (fişier cu extensia **obj**). Informaţiile suplimentare sunt furnizate compilatorului prin intermediul **directivelor de preprocesare**. Acestea sunt instrucţiuni destinate compilatorului, pe care el trebuie să le execute înainte de a începe compilarea propriu-zisă a programului sursă. Ele formează un **limbaj în interiorul limbajului C**. Directivele de preprocesare încep cu caracterul **#** care este urmat de **numele directivei** şi nu se termină cu caracterul **;**.

Astfel, prin directiva de preprocesare **#include** <nume_fişier_antet.h> în fişierul sursă va fi inclus fişierul antet care conţine prototipuri ale funcţiilor de sistem.

Un fişier antet conţine prototipurile mai multor funcţii de sistem. Prin includerea fişierului antet în fişierul sursă, vor fi incluse toate prototipurile de funcţii din acel fişier, chiar dacă nu apelaţi toate acele funcţii în program. Există mai multe fişiere antet şi este posibil ca funcţiile apelate în program să aibă prototipul în fişiere diferite. În acest caz va trebui să includeţi mai multe fişiere antet în fişierul sursă, folosind câte

o directivă **#include** pentru fiecare fişier antet. Singura funcţie de sistem care nu necesită folosirea unui fişier antet este funcţia **main()**.

Prototipurile funcţiilor apelate în fluxurile de citire **cin>>** şi de scriere **cout<<** şi constanta **endl** se găsesc în fişierul antet **iostream.h**. Orice program în care se creează aceste fluxuri de date trebuie să conţină şi directiva de preprocesare:

#include <iostream.h>

De exemplu:

```
#include <iostream.h>  //directiva pentru preprocesor
void main()
{int a=1,b;            // se declară variabilele a şi b
 cout<<"b= ";   /* se afişează pe ecran constanta de tip şir
                   de caractere b= care este un mesaj de
                   informare */
  cin>>b;           // se aşteaptă introducerea valorii lui b
  cout<<a<<"   "<<b; //se afişează valorile variabilelor a şi
  cout<<a<<endl<<b;  //b separate prin spaţii şi apoi pe
}                    // rânduri diferite
```

Evaluare

Răspundeţi:

1. Cu ce caracter trebuie să se termine o instrucţiune în limbajul C++?
2. Daţi exemple de patru identificatori corecţi şi patru exemple de identificatori care nu sunt corecţi.
3. Ce cuvinte cheie puteţi folosi ca nume de variabile de memorie?
4. Care este diferenţa dintre o constantă simbolică şi o constantă literală?
5. Cum se declară o constantă simbolică? Dar o constantă literală?
6. Ce cuvinte cheie se folosesc în instrucţiunile declarative? Care este semnificaţia lor?
7. Care este valoarea următorului număr, exprimat în notaţie ştiinţifică: 7.54E5? Dar a numărului -1.354e-6?
8. Găsiţi greşelile din următoarele instrucţiuni declarative:

```
const int ALFA=50000;    const char OPTIUNE="D";
const float REAL=.00;    const long float AA=-1.7e-3;
unsigned a='A';  float x=-0.;
double y=0xCA;   char c=0x6C;
```

9. Unde scrieţi în program directiva `#include`?
10. Ce se va afişa pe ecran după executarea următoarei secvenţe de instrucţiuni dacă se citeşte de la tastatură 97?

```
char c;   cin>>c;   cout<<c;
```

11. Ce se va afişa pe ecran după executarea următoarei secvenţe de instrucţiuni dacă se citesc de la tastatură 10 şi 1.5?

```
int a=0,b=0;   cin>>a>>b;   cout<<a<<b;
```

12. Ce se va afişa pe ecran după executarea următoarei secvenţe de instrucţiuni dacă se citesc de la tastatură 10, 20 şi 30?

```
int a,b;   cin>>a>>b>>a;   cout<<a<<endl<<b<<endl<<a;
```

13. Ce se va afişa pe ecran după executarea următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
char a1=1, a2=2; cout<<A1<<endl<<A2;
```

14. Ce se va afişa pe ecran după executarea următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
int a=10,b=20,c=30;
cin>>a>>b;        cout<<a<<endl<<b<<'\n'<<'\r'<<c;
```

15. Ce se va afişa pe ecran după executarea următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
char a=97; int b=a;
cin>>a>>b;
```

Adevărat sau fals:

1. Următoarea secvenţă de instrucţiuni declarative dintr-un program este corectă:

```
int a=10, b=a;
float x=b;
```

2. Următoarea secvenţă de instrucţiuni declarative dintr-un program este corectă:

```
unsigned char a=98;
double float x=1.5;
```

3. Următorul comentariu scris pe mai multe linii este corect:

```
/* Acesta este un comentariu
/* scris pe mai multe linii
```

4. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **int**, ea poate avea valoarea 40000.
5. Dacă variabila de memorie *c* este de tip **unsigned char**, ea poate avea valoarea 200.

Alegeţi:

1. Care dintre următoarele secvenţe reprezintă un program corect?
   a) void main { }
   b) void Main ()
      { }
   c) main() { }
   d) void main()
      ( )
2. Care dintre următoarele secvenţe reprezintă un program corect?
   a) main
      { }
   b) void main
      { }
   c) void main()
      { ; }
   d) void main();
      { }
3. Se citeşte un număr natural care este mai mic de 60000. Tipul de dată pe care-l veţi alege pentru variabila de memorie, astfel încât să consumaţi cât mai puţină memorie internă, este:
   a) **long**
   b) **unsigned**
   c) **unsigned long**
   d) **int**
4. Care dintre următoarele instrucţiuni nu declară o variabilă de memorie reală?
   a) **double** a=0;
   b) **long double** a;
   c) **float** C;
   d) **double float** b=3.5;
5. Care dintre următoarele instrucţiuni nu declară două variabile de memorie de tip întreg?
   a) **int** a; **long** b;
   b) **unsigned** a; **long** b;
   c) **long double** a; **long** b;
   d) **typedef int** real; **real** a,b;

4.5. Expresia şi instrucţiunea expresie

Aţi aflat că o expresie este o succesiune de operatori şi operanzi legaţi între ei după reguli specifice limbajului:

- ✓ **Operanzii** pot fi:
  - nume de variabile de memorie sau de constante,
  - constante,
  - funcţii care furnizează un rezultat prin chiar numele lor (de exemplu funcţia sistem **sqrt(x)**, care furnizează radical de ordinul 2 din x).
- ✓ **Operatorii** sunt simboluri care determină executarea anumitor operaţii.

Expresia poate să conţină **numai un operand**. De exemplu, constantele literale *11* sau *"Mesaj"* sunt expresii, iar dacă s-a declarat o variabilă de memorie *a* de tip **int**, *a* este o expresie.

Operatorii pot fi:

- ✓ **unari** – se aplică pe un singur operand,
- ✓ **binari** – se aplică pe doi operanzi,
- ✓ **ternari** – se aplică pe trei operanzi.

În limbajul C++ sunt implementate următoarele **tipuri de operatori:**

- ✓ operatori aritmetici,
- ✓ operatori de incrementare şi decrementare,
- ✓ operatori relaţionali,
- ✓ operatori logici,
- ✓ operatori logici pe biţi,
- ✓ operatori de atribuire,
- ✓ operatorul virgulă,
- ✓ operatorul condiţional,
- ✓ operatorul de conversie explicită,
- ✓ operatorul dimensiune.

Precedenţa operatorilor. În limbajul C++ există 16 niveluri de prioritate.

Asociativitatea operatorilor. În limbajul C++ există două tipuri de asociativitate: de la stânga la dreapta şi de la dreapta la stânga. Operatorii care au acelaşi nivel de prioritate au aceeaşi asociativitate.

Regulă: Toţi operatorii unari au acelaşi nivel de prioritate, indiferent de tipul lor, prioritatea lor fiind mai mare decât a oricărui operator binar sau ternar, iar asociativitatea lor este de la dreapta la stânga.

În funcţie de rezultatul obţinut în urma evaluării, există:

- ✓ **Expresii matematice**: rezultatul este un număr întreg sau real.
- ✓ **Expresii logice**: rezultatul este 0 sau 1 care poate fi interpretat ca *False* sau *True*.
- ✓ **Expresii de tip text**: rezultatul este un şir de caractere.
- ✓ **Expresii fără tip**, care conţin apelul unei funcţii care nu furnizează nici un rezultat.

În program, expresiile pot fi folosite:
- ✓ ca parametri la apelul unor funcții;
- ✓ în instrucțiunile de control, pentru a stabili modul în care se predă controlul instrucțiunilor din program;
- ✓ în instrucțiunile expresii.

Instrucțiunea expresie are sintaxa:

```
expresie;
```

Dacă expresia conține:
- ✓ operatorul de atribuire, se obține o **instrucțiune de atribuire;**
- ✓ numai numele unei funcții care nu furnizează nici un rezultat prin numele ei, se obține o **instrucțiune procedurală.**

4.5.1. Operatorii aritmetici

Operatorii aritmetici implementați în limbajul C++ sunt:

- ✓ **operatori unari:** - operatorul minus,
  + operatorul plus,
- ✓ **operatori binari:**

de adunare	+	operatorul pentru adunare
	-	operatorul pentru scădere
de multiplicare	*	operatorul pentru înmulțire
	/	operatorul pentru împărțire
	%	operatorul **modulo** (restul împărțirii)

Operatorii unari preced operandul. Ei se folosesc pentru a stabili semnul unui operand numeric. Astfel, dacă vreți să atribuiți valoarea *-12* unei variabile de memorie de tip **int** la declararea ei, veți folosi expresia *-12* formată din constanta literală *12* (care nu poate să fie decât pozitivă), pe care ați aplicat operatorul unar *minus*.

Precedența operatorilor aritmetici este:
- ✓ Operatorii unari au prioritate mai mare decât operatorii binari.
- ✓ Pentru operatorii binari precedența este cea aritmetică.

Asociativitatea operatorilor aritmetici binari este de la stânga la dreapta.

Observații:

1. Operatorul / se folosește și pentru împărțirea întreagă (semnificația operatorului **div** prezentat la algoritmi), dar și pentru împărțirea reală. Dacă *a* și *b* sunt operanzii pe care se aplică operatorul, iar *c* este rezultatul (c ← a/b), semnificația operatorului **depinde de tipul operanzilor**, astfel:
   - ✓ Dacă ambii operanzi *a* și *b* sunt de tip întreg, rezultatul *c* va fi de tip întreg, iar semnificația operatorului va fi de împărțire întreagă.
   - ✓ Dacă cel puțin unul dintre operanzii *a* și *b* este de tip real, rezultatul *c* va fi de tip real, iar semnificația operatorului va fi de împărțire reală.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=10;          // se declară variabila a de tip întreg
```

```
float b=10;        // se declară variabila b de tip real
cout<<a/3;         /* se afişează 3 (rezultat de tip întreg)
                      care reprezintă câtul dintre a şi 3;
                      s-a efectuat împărţirea întreagă. */
cout<<b/3;         /* se afişează 3.333333 (rezultat de tip
                      real); s-a efectuat împărţirea reală. */
cout<<a/3.;        /* se afişează 3.333333 (rezultat de tip
                      real); s-a efectuat împărţirea reală
                      deoarece împărţitorul este real (o
                      constantă reală) */}
```

2. *Operatorul* **%** *nu se poate aplica pe valori numerice reale (pe operanzi de tipul* **float** *sau* **double**).

3. Operatorii **/** şi **%** se pot folosi pentru a calcula câtul (*c*) şi restul (*r*) împărţirii a două numere întregi *a* şi *b* cu semn. Dacă notăm cu |a| modul de a, cu |b| modul de b, cu c câtul dintre |a| şi |b| (c←|a|/|b|) şi cu *r* restul împărţirii lui |a| la |b| (r←|a|%|b|), atunci semnul câtului şi al restului împărţirii lui a la b va fi cel din tabelul alăturat.

a	b	a/b	a%b
>0	>0	c	r
>0	<0	-c	r
<0	>0	-c	-r
<0	<0	c	-r

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=5, b=2;
 cout<<a/b<<"  "<<a%b<<endl;          // se afişează 2  1
 cout<<-a/b<<"  "<<-a%b<<endl;        // se afişează -2  -1
 cout<<a/-b<<"  "<<a%-b<<endl;        // se afişează -2  1
 cout<<-a/-b<<"  "<<-a%-b<<endl;      // se afişează 2  -1 }
```

4. Pentru a schimba ordinea implicită de executare a operatorilor matematici dată de prioritatea lor, se pot folosi parantezele rotunde **()** care au rol de separatori.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=10, b=20;
 cout<<a+b*2;              // se afişează 50
 cout<<(a+b)*2;            // se afişează 60 }
```

5. O expresie aritmetică poate conţine operanzi numerici de mai multe tipuri. De exemplu, dacă *a* şi *b* sunt operanzi numerici de două tipuri diferite (**char** şi **int** sau **int** şi **float**), iar *c* este rezultatul, tipul rezultatului *c* se va obţine prin **conversie aritmetică implicită**. Pentru a nu se pierde informaţia, această conversie se face înainte de executarea operaţiei şi funcţionează prin „promovarea" tipului inferior, adică a tipului „mai puţin încăpător" la tipul superior, adică tipul „mai încăpător", rezultatul având tipul superior. Regulile de conversie aritmetică implicită sunt:

Pas 1. Dacă unul dintre operanzi este de tip **long double**, şi celălalt este convertit în tipul **long double**; altfel, se trece la **Pas 2.**

Pas 2. Dacă unul dintre operanzi este de tip **double**, şi celălalt este convertit în tipul **double**; altfel, se trece la **Pas 3.**

Pas 3. Dacă unul dintre operanzi este de tip **float**, şi celălalt este convertit în tipul **float**; altfel, se trece la **Pas 4.**

Pas 4. Dacă unul dintre operanzi este de tip **unsigned long**, şi celălalt este convertit în tipul **unsigned long**; altfel, se trece la **Pas 5.**

Pas 5. Dacă unul dintre operanzi este de tip **long**, şi celălalt este convertit în tipul **long**; altfel, se trece la **Pas 6.**

Pas 6. Converteşte tipurile **char**, **unsigned char** şi **short** în tipul **int**.

Exemplul 1:

```
#include <iostream.h>
void main()
{float a=1;      /* se declară variabila a de tip float şi se
                    iniţializează cu valoarea 1 */
 char b='a'      /* se declară variabila b de tip char şi se
                    iniţializează cu constanta de tip carac-
                    ter 'a' care are codul ASCII 97 */
 cout<<a+b;     // se afişează 98 (rezultat de tip float)}
```

Conversia implicită s-a efectuat astfel: tipul inferior **char** a fost „promovat" la tipul superior **float**, iar rezultatul este de tip **float**.

Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{const float PI=3.14; // se declară constanta PI de tip float
 int raza=2;          // se declară variabila raza de tip int
 cout<<"aria=  "<<PI*raza*raza; // se afişează aria= 12.56
 /* se afişează o constantă de tip şir de caractere şi
    rezultatul unei expresii aritmetice; rezultatul este de
    tip float*/  }
```

La evaluarea expresiei, conversia implicită s-a efectuat astfel: tipul inferior **int** (al variabilei *raza*) a fost „promovat" la tipul superior **float** (al constantei simbolice *PI*), iar rezultatul este de tip **float**.

4.5.2. Operatorul pentru conversie explicită

Conversia de tip poate fi forţată să se execute în alt mod decât cel implicit, folosind operatorul de conversie explicită care mai este numit şi operatorul **typecast**. Este un operator unar care precede operandul. Sintaxa sa este:

(tip_dată)

unde **tip_dată** este tipul datei în care se converteşte operandul. De exemplu, operatorul **(int)** converteşte operandul în tipul **int**, iar operatorul **(float)** converteşte operandul în tipul **float**.

Observaţie: Operatorul de conversie explicită de tip nu modifică tipul variabilei de memorie pe care este aplicat. Conversia se face numai în cadrul operaţiei de evaluare a expresiei.

Exemplul 1:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=5,b=2;  // se declară variabilele a şi b de tip int
 float x=-1.5; // se declară variabila x de tip float
 cout<<a/b<<"  "<<(float)a/b<<endl; // se afişează  2   2.5
 cout<<x<<"  "<<(int)x;             // se afişează  -1.5  -1}
```

În evaluarea expresiei `(float)a/b` prioritatea mai mare o are operatorul de conversie explicită care este un operator unar: se face mai întâi conversia de tip a variabilei de memorie *a*, din tipul întreg într-un tip real, după care se evaluează operatorul **/**, care se aplică pe un operand de tip real, şi un operand de tip întreg, semnificaţia operatorului fiind de împărţire reală, iar rezultatul de tip real (**float**).

Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{typedef enum {NU,DA} boolean;
boolean x=DA;
int a=97;
char b='a';
float y=-3.5,z=97.5;
cout<<x<<"  "<<(float)x<<endl;          //se afişează  1   1
cout<<(boolean)a<<"  "<<(char)a<<;      //se afişează  97   a
cout<<(boolean)b<<"  "<<(int)b<<"  "<<b<<endl;
      // se afişează  97   97    a
cout<<(int)y<<"  "<<(boolean)y<<"  "<<y<<endl;
      // se afişează  -3   -3    -3.5
cout<<(char)z;                          //se afişează  a}
```

Cu operatorul de conversie explicită se poate face conversia şi într-un tip definit de utilizator. În acest caz conversia se face în tipul de bază folosit pentru definirea tipului utilizator: tipul de bază al tipului utilizator este tipul **int** (tipul folosit pentru definirea constantelor DA şi NU) şi, prin aplicarea operatorului de conversie explicită `(boolean)` pe operatorii *a* de tip **int**, *b* de tip **char** şi respectiv *y* de tip **float**, conversia s-a făcut în tipul **int**. Prin aplicarea operatorului de conversie explicită `(char)` pe operatorii *a* de tip **int** şi *z* de tip **float**, valoarea numerică întreagă a fost considerată codul ASCII al unui caracter şi a fost convertită în caracterul respectiv.

Exemplul 3:

```
#include <iostream.h>
void main()
{cout<<1/2 + 1/3 + 1/4<<endl;                  // se afişează  0
 cout<<1/2. + 1/3. + 1/4.<<endl;     // se afişează 1.083333
 cout<<1./2 + 1./3 + 1./4<<endl;     // se afişează 1.083333
 cout<<(float)1/2 + (float)1/3 + (float)1/4<<endl;
      // se afişează 1.083333
 cout<<1/(float)2 + 1/(float)3 + 1/(float)4<<endl;
      // se afişează 1.083333 }
```

Pentru ca operatorul **/** să efectueze împărţirea reală atunci când operanzii sunt numere întregi, puteţi proceda în două moduri:

- fie folosiți pentru unul dintre operanzi o constantă reală,
- fie convertiți tipul unui operand într-un tip real, cu ajutorul operatorului de conversie explicită `(float)`.

4.5.3. Operatorii pentru incrementare și decrementare

Sunt operatori unari care se aplică pe un operand numeric:

- **Operatorul de incrementare ++** adună 1 la valoarea operandului. a++ corespunde operației de atribuire din pseudocod: a ← a+1.
- **Operatorul de decrementare --** scade 1 din valoarea operandului. a-- corespunde operației de atribuire din pseudocod: a ← a-1.

Acești operatori pot fi:

- **Prefixați**, adică aplicați înaintea operandului: **++a** sau **--a**. În acest caz incrementarea, respectiv decrementarea operandului se face înainte ca valoarea operandului să intre în calcul (înainte să fie evaluată expresia).
- **Postfixați**, adică aplicați după operand: **a++** sau **a--**. În acest caz incrementarea, respectiv decrementarea operandului se face după ce valoarea operandului a intrat în calcul (după ce a fost evaluată expresia).

Exemplul 1:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=1,b=2;
 cout<<a+++b++<<endl;          //se afișează  3
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  2  3
 cout<<++a+(++b)<<endl;        //se afișează  7
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  3  4
 cout<<a+b++<<endl;            //se afișează  7
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  3  5
 cout<<a+++b--<<endl;          //se afișează  8
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  4  4
 cout<<a+++--b<<endl;          //se afișează  7
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  5  3
 cout<<++a+b+++<<endl;         //se afișează  9
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  6  4 }
```

Operatorii de incrementare se pot aplica pe orice tip numeric de dată.

Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{float a=1.5,b=-2.5;
 char x='a';
 cout<<a+++b++<<endl;          //se afișează  -1
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  2.5  -1.5
 cout<<a--+b--<<endl;          //se afișează  1
 cout<<a<<"  "<<b<<endl;       //se afișează  1.5  -2.5
 cout<<++(++x)<<endl;          //se afișează  c
}
```

Observație. În cazul formei **postfixate nu este precizat momentul când se face incrementarea** atunci când se **evaluează expresia**. Acest moment depinde de compilator. De exemplu, în următorul caz:

```
int a=2;
cout<< a+++a++;
```

expresia este corectă din punct de vedere sintactic (nu produce eroare de compilare), dar la execuția ei pot să apară două situații, în funcție de modul în care evaluează expresia compilatorul cu care se compilează programul:

a) incrementarea se face după evaluarea expresiei și rezultatul expresiei va fi 4, iar valoarea operandului *a* va fi 4;

b) incrementarea se face imediat după ce valoarea a intrat în calcul: valoarea care intră în calcul pentru primul termen este valoarea inițială a lui *a* (2), după care se incrementează *a*, intră în calcul pentru al doilea termen cu această valoare (3), după care se incrementează din nou *a*, rezultatul expresiei fiind *5*, iar valoarea operandului *a*, 4.

Exemplul 3:

```
// Exemplu de evaluare de către compilator a unor expresii
// care conțin incrementări prefixate și postfixate
#include <iostream.h>
void main()
{int a=2;
  cout<<++a+(++a)<<endl;                    //se afișează  7
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  4
  cout<<(++a)+(++a)<<endl;                  //se afișează  11
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  6
  cout<<a+++a++<<endl;                      //se afișează  13
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  8
  cout<<(a++)+a+++<<endl;                   //se afișează  17
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  10
  cout<<++a+a++<<endl;                      //se afișează  22
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  12
  cout<<a+++(++a)<<endl;                    //se afișează  26
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  14
  cout<<(a++)+(++a)<<endl;                  //se afișează  30
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  16
  cout<<((++a)++)+(++a)<<endl;              //se afișează  36
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  19
  cout<<(++(++a))+(++a)<<endl;              //se afișează  43
  cout<<a<<endl;                            //se afișează  22
}
```

Evitați folosirea unor expresii a căror evaluare nu este decisă prin reguli precise date de definiția limbajului C++, ci de interpretarea compilatorului, pentru că astfel programul obținut nu este un program portabil. Un **program portabil** este un **program care produce** aceleași rezultate indiferent de **compilatorul C++** cu care a fost compilat.

4.5.4. Operatorii relaționali

Toți operatorii relaționali sunt operatori binari. Ei se împart în două grupe:
- ✓ **Operatori relaționali pentru inegalități:** <, >, <= și >=.
- ✓ **Operatori relaționali pentru egalitate** == (egal) și != (diferit).

Produc un rezultat numeric: 0 pentru *fals* și 1 pentru *adevărat*.

Precedența operatorilor relaționali este: operatorii din prima grupă au prioritate mai mare decât cei din a doua grupă. Operatorii relaționali au prioritate mai mică decât operatorii aritmetici.

Asociativitatea operatorilor relaționali este: pentru aceeași grupă de prioritate, asociativitatea este de la stânga la dreapta.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=2,b=3;
cout<<(a>b)<<endl;              //se afişează  0
cout<<(a<=b)<<endl;             //se afişează  1
cout<<(a==b)<<endl;             //se afişează  0
cout<<(a!=b);                   //se afişează  1
}
```

Cu fluxul **cout<<** ați afișat rezultatul unei expresii matematice și puteți afișa și rezultatul unei expresii logice. Operatorul de ieșire << are prioritate mai mică decât operatorii matematici și unari, dar mai mare decât a operatorilor relaționali și logici. Deoarece **cout<<** are prioritate și evaluarea se face de la stânga la dreapta, pentru ca întreaga expresie să fie evaluată corect, scrieți expresia logică între paranteze rotunde.

4.5.5. Operatorii logici

Există trei operatori logici:
- ✓ **operatorul unar:** **!** operatorul pentru **negație** logică,
- ✓ **operatori binari:** **&&** operatorul **ȘI** logic,
  || operatorul **SAU** logic.

Se aplică pe orice variabilă sau constantă de tip numeric (valoarea 0 înseamnă *fals* și orice valoare diferită de 0 înseamnă *adevărat*) și produc un rezultat numeric: 0 pentru *fals* și 1 pentru *adevărat*.

Precedența operatorilor logici este:
- ✓ Operatorul unar are prioritate mai mare decât operatorii binari.
- ✓ Pentru operatorii binari operatorul **&&** are prioritate mai mare decât operatorul **||**.

Asociativitatea operatorilor logici binari cu același nivel de prioritate este de la stânga la dreapta.

Operatorii logici au prioritate mai mică decât operatorii relaționali.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{float a=2.5;
int b=0,c=2,d=3;
cout<<(a>0)<<endl;          //se afişează 1
cout<<(!a)<<endl;           //se afişează 0
cout<<(c&&d)<<endl;         //se afişează 1
cout<<(b&&c)<<endl;         //se afişează 0
cout<<(b||c);               //se afişează 1
cout<<(a&&d)<<endl;         //se afişează 1
cout<<(b&&a)<<endl;         //se afişează 0
cout<<(b||a);               //se afişează 1 }
```

În cazul operatorilor logici binari al doilea operand nu mai este evaluat, dacă prin evaluarea primului operand se poate decide valoarea rezultatului:

- ✓ Operatorul &&. Dacă primul operand are valoarea 0, rezultatul este 0 oricare ar fi valoarea celui de al doilea operand, iar dacă primul operand are valoarea 1, rezultatul depinde de al doilea operand. În acest caz, nu se mai evaluează al doilea operand, dacă primul operand are valoarea 0.
- ✓ Operatorul ||. Dacă primul operand are valoarea 1, rezultatul este 1 oricare ar fi valoarea celui de al doilea operand, iar dacă primul operand are valoarea 0, rezultatul depinde de al doilea operand. În acest caz, nu se mai evaluează al doilea operand, dacă primul operand are valoarea 1.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=0,b=1;
cout<<(a&&b++)<<endl;       //se afişează 0
cout<<b<<endl;              //se afişează 1
cout<<(b||a++)<<endl;       //se afişează 1
cout<<a;                    //se afişează 0
}
```

4.5.6. Operatorii logici pe biţi

Acţionează asupra operanzilor de tip întreg şi execută operaţii logice la nivel de biţi. Există următorii operatori logici pe biţi:

- ✓ **operatorul unar:** ~ operatorul negare pe biţi,
- ✓ **operatori binari:** de deplasare >> operatorul pentru deplasare la dreapta
  << operatorul pentru deplasare la stânga
  & operatorul pentru ŞI pe biţi
  ^ operatorul pentru SAU exclusiv pe biţi
  ! operatorul pentru SAU pe biţi

- Precedenţa operatorilor logici pe biţi este:
  - ✓ Operatorul unar are prioritate mai mare decât operatorii binari.
  - ✓ Operatorii de deplasare au prioritate mai mare decât ceilalţi operatori binari logici pe biţi.

✓ Operatorul ŞI pe biţi (**&**) are prioritate mai mare decât operatorul SAU exclusiv pe biţi (^) care are prioritate mai mare decât operatorul SAU pe biţi (|).

Asociativitatea operatorilor logici pe biţi binari cu acelaşi nivel de prioritate este de la stânga la dreapta.

Operatorii de deplasare au prioritate mai mică decât operatorii aritmetici, dar mai mare decât operatorii relaţionali. Ceilalţi operatori binari logici pe biţi au prioritate mai mică decât operatorii relaţionali, dar mai mare decât operatorii logici.

Operatorii de deplasare

Operatorul de deplasare la stânga a<<n deplasează biţii operandului *a* cu *n* poziţii la stânga. Primii *n* biţi se pierd, iar cele *n* poziţii rămase libere în dreapta sunt completate cu 0.

Operatorul de deplasare la dreapta a>>n deplasează biţii operandului *a* cu *n* poziţii la dreapta. Ultimii *n* biţi se pierd, iar cele *n* poziţii rămase libere în stânga sunt completate cu 0.

Observaţii:

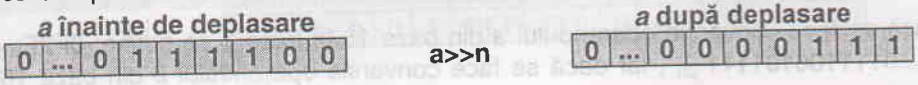
1. Deplasarea a *n* biţi la dreapta în operandul *a* este echivalentă cu câtul împărţirii operandului *a* la 2^n.
2. Deplasarea a *n* biţi la stânga în operandul *a* este echivalentă cu înmulţirea operandului *a* cu 2^n.

Operatorul de deplasare la stânga pe bit şi operatorul de ieşire pentru fluxul de date **cout** folosesc aceeaşi reprezentare simbolică: <<. Deoarece evaluarea se face de la stânga la dreapta, operatorul de ieşire are prioritate şi, pentru a afişa rezultatul operaţiei de deplasare la stânga a<<n, trebuie să încadraţi expresia între paranteze rotunde: corect este **cout<<**(a<<n), şi nu **cout<<**a<<n;. Astfel, **cout<<**(16<<1); afişează 32, iar **cout<<**16<<1; afişează 161.

Exemplul 1:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=60,n=3;
 cout<<(a>>n)<<endl; //se afişează  7
}
```

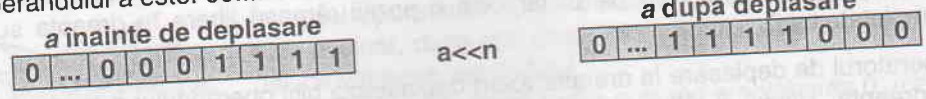
Deplasarea operandului *a* (care are valoarea 60) cu n biţi la dreapta (n fiind egal cu 3), este echivalentă cu câtul împărţirii operandului *a* la 2^n (câtul împărţirii lui 60 la 8). Dacă se face conversia operandului *a* din baza 10 în baza 16 şi în baza 2 se obţine: $60_{(10)}=003C_{(16)}$ =00.....$000111100_{(2)}$. După deplasarea cu 3 biţi la dreapta, ultimii trei biţi se pierd, poziţiile rămase libere în stânga sunt completate cu 0 şi valoarea operandului *a* este: 00.....$0000111_{(2)} = 7_{(16)} = 7_{(10)}$.



Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=15,n=3;
 cout<<(a<<n);      //se afişează  120
}
```

Deplasarea operandului *a* (care are valoarea 15) cu n biţi la dreapta (n fiind egal cu 3), este echivalentă cu înmulţirea operandului *a* cu 2^n (înmulţirea lui 15 cu 8). Dacă se face conversia operandului *a* din baza 10 în baza 16 şi în baza 2 se obţine: $15_{(10)}=000F_{(16)}=00.....000001111_{(2)}$. După deplasarea cu 3 biţi la stânga, primii trei biţi se pierd, poziţiile rămase libere în dreapta sunt completate cu 0 şi valoarea operandului *a* este: $00.....00001111000_{(2)}=0078_{(16)}=120_{(10)}$.



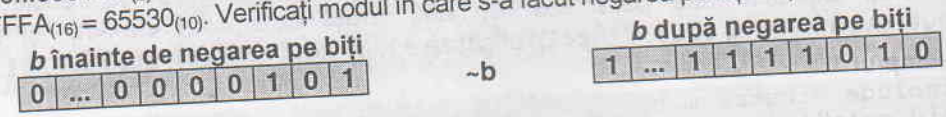
Operatorul pentru negare pe biţi

Operatorul pentru negare pe biţi ~a neagă fiecare bit al operandului *a*, astfel: ~1=0 şi ~0=1.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned int a=0xF2F,b=0x5;
/* iniţializarea s-a făcut cu constante hexazecimale, iar
   variabilele a şi b sunt întregi pozitive*/
 cout<<(~a)<<"  "<<(~b);      // se afişează  61648  65530
}
```

Dacă se face conversia operandului *b* din baza 16 în baza 2 se obţine: $05_{(16)}=00...000101_{(2)}$. După negarea pe biţi valoarea operandului *b* este: $11...111010_{(2)}=FFFA_{(16)}=65530_{(10)}$. Verificaţi modul în care s-a făcut negarea pe biţi a operandului *a*.



Operatorul ŞI pe biţi

Operatorul ŞI pe biţi a&b aplică operatorul logic ŞI pe perechile de biţi de pe aceeaşi poziţie din cei doi operanzi *a* şi *b*: dacă ambii biţi sunt 1, rezultatul este 1, altfel este 0.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned int a=0xF2F,b=0x5;
cout<<(a&b);                  //se afişează  5
}
```

Dacă se face conversia operandului *a* din baza 16 în baza 2 se obţine: $0F2F_{(16)}=00...0111100101111_{(2)}$, iar dacă se face conversia operandului *b* din baza 16 în

baza 2 se obține: $05_{(16)} = 00...000101_{(2)}$. După aplicarea operatorului ŞI pe biți pe cei doi operanzi, rezultatul este: $00...0000101_{(2)} = 05_{(16)} = 5_{(10)}$.

a	0	...	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
b	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
a & b	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Operatorul SAU exclusiv pe biți

Operatorul SAU exclusiv pe biți a^b aplică operatorul logic SAU exclusiv pe perechile de biți de pe aceeaşi poziție din cei doi operanzi *a* şi *b*: dacă ambii biți au aceeaşi valoare, rezultatul este 0, altfel este 1.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned int a=0xF2F,b=0x5;
cout<<(a^b);                    //se afişează  3882
}
```

Dacă se face conversia operandului *a* din baza 16 în baza 2 se obține: $0F2F_{(16)} = 00...0111100101111_{(2)}$, iar dacă se face conversia operandului *b* din baza 16 în baza 2 se obține: $05_{(16)} = 00...000101_{(2)}$. După aplicarea operatorului ŞI pe biți pe cei doi operanzi, rezultatul este: $00...000111100101010_{(2)} = 0F2A_{(16)} = 3882_{(10)}$.

a	0	...	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
b	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
a ^ b	0	...	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0

Operatorul SAU pe biți

Operatorul SAU pe biți a|b aplică operatorul logic SAU pe perechile de biți de pe aceeaşi poziție din cei doi operanzi *a* şi *b*: dacă ambii biți au valoarea 0, rezultatul este 0, altfel este 1.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned int a=0xF2F,b=0x5;
cout<<(a|b);                    //se afişează  3887
```

Dacă se face conversia operandului *a* din baza 16 în baza 2 se obține: $0F2F_{(16)} = 00...0111100101111_{(2)}$, iar dacă se face conversia operandului *b* din baza 16 în baza 2 se obține: $05_{(16)} = 00...000101_{(2)}$. După aplicarea operatorului ŞI pe biți pe cei doi operanzi, rezultatul este: $00...000111100101111_{(2)} = 0F2F_{(16)} = 3887_{(10)}$.

a	0	...	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
b	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
a | b	0	...	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1

4.5.7. Operatorii de atribuire

Operatorul de atribuire = este un operator binar (a=b) care atribuie primului operand (*a*) valoarea celui de al doilea operand (*b*). Construcția a=b este o expresie, rezultatul evaluării ei fiind valoarea primului operand (*a*).

Observație. Şi în cazul operatorului de atribuire acționează conversia implicită de tip, tipul expresiei a=b fiind dat de tipul primului operand (*a*).

Există trei moduri în care puteți folosi acest operator:
- ✓ **atribuirea simplă;**
- ✓ **atribuirea multiplă;**
- ✓ **atribuirea cu operator.**

Operatorul de atribuire are prioritate mai mică decât toți operatorii prezentați.

Atribuirea simplă

Primul operand este un nume de variabilă de memorie, iar al doilea operand este o expresie (poate fi şi numai un nume de variabilă de memorie sau de constantă simbolică sau o constantă literală):

nume_variabilă = expresie

Operația de atribuire simplă se execută în două etape:
- ✓ Se evaluează expresia.
- ✓ Valoarea obținută se atribuie variabilei de memorie, făcându-se, dacă este cazul, conversia de tip.

Exemplul 1:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned int x=5,y=2;
 float a,b,c,d;
 a=5*x/y;
 cout<<(a=5*x/y)<<endl;
 //se afişează  12  - rezultatul expresiei
 b=5*(x/y);   c=5.*x/y;  d=5.*(x/y);
 cout<<a<<"  "<<"  "<<b<<"  "<<c<<"  "<<d<<endl;
 // se afişează  12   10    12.5   10
 a=5*(float)x/y;  b=5*((float)x/y);
 cout<<a<<"  "<<"  "<<b;       //se afişează  12.5   12.5
}
```

Observație. Şi în cazul operatorului de atribuire acționează conversia implicită de tip, tipul expresiei a=b fiind dat de tipul primului operand (*a*). Dacă tipul primului operand este inferior tipului celui de al doilea operand, pot să apară pierderi de date.

Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned int a=2000;
 char c='a';
 a=c;
```

```
 cout<<a<<endl;                          //se afişează  97
 a=20; c=a;
 cout<<(unsigned int)c<<endl;            //se afişează  20
 a=2000; c=a; a=c;
 cout<<(unsigned int)c<<a;     //se afişează  65488   65488
}
```

Observaţie. Dacă unei variabile de tip întreg i se atribuie valoarea unei variabile reale, valoarea acesteia este **trunchiată**.

Exemplul 3:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a;
 float b=1.8, c=-2.7;
 a=b;
 cout<<a<<endl;              //se afişează  1
 a=c;
 cout<<a<<endl;              //se afişează  -2
}
```

Exemplul 4:

```
/*Programul citeşte un număr real subunitar care are trei
  cifre în partea zecimală. Să se afişeze numărul obţinut prin
  eliminarea primei cifre zecimale şi a ultimei cifre zeci-
  male (de exemplu, se citeşte 0.123 şi se afişează 0.2).*/
#include <iostream.h>
void main()
{float x;
 cout<<"x= "; cin>>x;
 x=x*10;                     //x=1.23
 x=(x-(int)x)*10;            //x=(1.23-1)*10=2.3
 x=((int)x)/10.;             //x=2/10.=0.2
 cout<<x;
}
```

Folosind operatorul de atribuire simplă, se pot interschimba valorile a două variabile de memorie.

Exemplul 5:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b,x;
cout<<"a="; cin>>a;
cout<<"b="; cin>>b;
x=a; a=b; b=x;
cout<<a<<"  "<<b;}
```

Atribuirea multiplă

Deoarece operaţia de atribuire simplă este o expresie, rezultatul ei poate fi atribuit unei alte variabile de memorie, rezultând o nouă expresie, al cărei rezultat poate fi atribuit unei alte variabile de memorie ş.a.m.d., rezultând o **atribuire multiplă**, prin

care aceeaşi valoare furnizată de o expresie se atribuie mai multor variabile de memorie identificate prin **nume_1**, **nume_2**, ..., **nume_n**:

nume_1 = nume_2 = ... = nume_n = expresie

Operaţia de atribuire multiplă se execută în mai multe etape:

- ✓ Se evaluează expresia.
- ✓ Valoarea obţinută se atribuie variabilei de memorie identificată cu **nume_n**, făcându-se, dacă este cazul, conversia de tip.
- ✓ Conţinutul variabilei **nume_n** se atribuie variabilei de memorie identificate cu **nume_n_1**, făcându-se, dacă este cazul, conversia de tip.
- ✓ .....
- ✓ Conţinutul variabilei **nume_2** se atribuie variabilei de memorie identificate cu **nume_1**, făcându-se, dacă este cazul, conversia de tip.

Asociativitatea operatorilor de atribuire este de la dreapta la stânga.

Din această cauză, o expresie care foloseşte atribuirea multiplă, de genul:

nume_1 = nume_2 = ... = nume_n = expresie_1= expresie_2

este greşită, deoarece rezultatul unei expresii nu se poate atribui altei expresii.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned int x,y;
float a;
a=x=y=5/2;
cout<<a<<"  "<<x<<"  "<<y<<endl;  //se afişează  2  2  2
a=x=y=5./2;
cout<<a<<"  "<<x<<"  "<<y<<endl;  //se afişează  2  2  2
x=y=a=5./2;
cout<<a<<"  "<<x<<"  "<<y<<endl;  //se afişează  2.5  2  2
x=a=y=5./2;
cout<<a<<"  "<<x<<"  "<<y<<endl;  //se afişează  2  2  2
}
```

Atribuirea cu operator

Primul operand este un nume de variabilă de memorie, iar al doilea operand este o expresie:

nume_variabilă operator = expresie

Operatorul poate fi:

- ✓ un operator aritmetic, şi operaţia se numeşte **atribuire aritmetică** (**+=**, **-=** ,***=** sau **/=**), sau
- ✓ un operator logic pe biţi, şi operaţia se numeşte **atribuire logică pe biţi** (**<<=**, **>>=**, **&=**, **^=** sau **|=**).

Operaţia de atribuire cu operator se execută în trei etape:

- ✓ Se evaluează expresia.
- ✓ Se aplică operatorul, astfel: primul operand este numele variabilei de memorie, iar al doilea operand este valoarea expresiei. Dacă este cazul, se face conversia de tip.

✓ Valoarea obținută se atribuie variabilei de memorie, făcându-se, dacă este cazul, conversia de tip.

De exemplu, operația de atribuire cu operator **a+=5** este echivalentă cu operația de atribuire simplă: **a=a+5**, operația **a&=b** este echivalentă cu operația **a=a&b**, iar operația **a<<=2** este echivalentă cu operația **a=a<<2**.

Exemplul 1:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=10,b=20,c=30;
 a+=b+c;                    // a=a+b+c
 cout<<a;                   //se afişează  60
}
```

Observație. Se pot folosi atribuiri multiple cu operatori:

Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=10,b=20,c=10;
a+=b+=c;          //b=b+c şi a+=b+c este echivalent cu a=a+b+c;
cout<<a<<"  "<<b;                 //se afişează  40   30
}
```

4.5.8. Operatorul condițional

Operatorul condițional **?:** este singurul operator ternar:

expresie_1 ? expresie_2 : expresie_3

Executarea acestui operator se face astfel:

✓ Se evaluează **expresie_1**.

✓ Dacă valoarea obținută este diferită de 0 (valoarea logică *True*), atunci se evaluează **expresie_2**, iar **expresie_3** va fi ignorată. Valoarea furnizată de operator va fi valoarea expresiei **expresie_2**.

✓ Dacă valoarea obținută este 0 (valoarea logică *False*), atunci se evaluează **expresie_3**, iar **expresie_2** va fi ignorată. Valoarea furnizată de operator va fi valoarea expresiei **expresie_3**.

Exemplul 1:

```
//Programul afişează modulul unui număr citit de la tastatură
#include <iostream.h>
void main()
{int x;
cout<<"x="; cin>>x;
cout<<"modulul = "<<(x>=0?x:-x);}
```

Observație. Tipul rezultatului va fi determinat prin conversia implicită. De exemplu, dacă tipul expresiei **expresie_3** este superior tipului expresiei **expresie_2**, tipul rezultatului este dat de **expresie_3**, chiar dacă se evaluează **expresie_2**.

Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=3;
float b=2;
cout<<(a>0?a:b)/2<<endl; // se afişează 1.5
/* rezultatul operatorului condiţional este valoarea lui a de
   tip float, care este tipul operandului b, chiar dacă nu se
   evaluează acest operand */ }
```

Observaţie. Operatorul condiţional poate fi folosit în locul unei structuri de control alternative simple (structura **dacă... atunci... altfel... sfârşit_dacă**).

Exemplul 3:

```
//Programul determină dacă un număr citit de la tastatură
//este un număr par sau un număr impar
#include <iostream.h>
void main()
{int n;
cout<<"n= "; cin>>n;
cout<<(n%2==0?"numar par":"numar impar");}
```

Exemplul 4:

```
//Programul determină dacă valoarea unui număr citit de la
//tastatură este întreagă sau nu
#include <iostream.h>
void main()
{float a;
cout<<"a= "; cin>>a;
cout<<((int)a==a?"este numar intreg":"nu este numar intreg");
}
```

Exemplul 5:

```
/*Programul determină maximul dintre trei numere întregi
  citite de la tastatură */
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b,c,max;
cout<<"a="; cin>>a;
cout<<"b="; cin>>b;
cout<<"c="; cin>>c;
max=a;      // maximul se iniţializează cu valoarea lui a
max=max<b?b:max;
/* Dacă max este mai mic decât b, atunci lui max i se
   atribuie valoarea lui b */
max=max<c?c:max;
/* Dacă max este mai mic decât c, atunci lui max i se
   atribuie valoarea lui c */
cout<<"maxim= "<<max;
}
```

Exemplul 6:

```
//Programul determină dacă un an citit de la tastatură
// este an bisect sau nu
#include <iostream.h>
```

```
void main()
{unsigned int n;
 cout<<"anul= "; cin>>n;
 cout<<((n%100!=0 && n%4==0)||(n%400==0)?"anul este bisect":
 "anul nu este bisect");
}
```

În următorul exemplu s-a folosit funcția **sqrt**(x) pentru a calcula radical de ordinul doi din x. Prototipul acestei funcții se găseşte în fişierul antet **math.h**:

Exemplul 7:

```
//Programul determină dacă un număr citit de la tastatură
// este pătrat perfect
#include <iostream.h>
#include <math.h>
void main()
{unsigned int n;
cout<<"n= "; cin>>n;
cout<<(sqrt(n)==(int)sqrt(n)?"patrat perfect":"nu e patrat
perfect");
}
```

Observație. Expresia care se evaluează în operatorul condițional poate fi tot un operator condițional, obținându-se **structuri de control alternative simple imbricate**. În următorul exemplu se citeşte un caracter de la tastatură: dacă este o literă mică, se transformă în literă mare, dacă este o literă mare, se transformă în literă mică, altfel caracterul rămâne neschimbat. Pentru transformare se folosesc codurile ASCII ale caracterelor. Litera mare are codul ASCII mai mic decât cel al literei mici, iar diferența dintre coduri este 32. Astfel, litera *A* are codul ASCII 65, iar litera *a* are codul ASCII 97, litera *C* are codul ASCII 67, iar litera *c* are codul ASCII 99 ş.a.m.d.

Exemplul 8:

```
//Programul transformă o literă mare în literă mică şi o
//literă mică în literă mare
#include <iostream.h>
void main()
{char c;
cout<<"caracterul= "; cin>>c;
cout<<(c>='a'&&c<='z'?(char)(c-32):(c>='A'&&c<='Z'?
(char)(c+32):c);}
```

4.5.9. Operatorul virgulă

Operatorul virgulă , poate fi folosit pentru construirea unei expresii compuse din mai multe expresii:

expresie_1 , expresie_2 , expresie_3, ... , expresie_n

Executarea acestui operator se face astfel:

- ✓ Se evaluează **expresie_1.**
- ✓ Se evaluează **expresie_2.**
- ✓ .....
- ✓ Se evaluează **expresie_n.**

Rezultatul şi tipul rezultatului este dat de valoarea ultimei expresii.

Asociativitatea acestui operator este de la stânga la dreapta. Este operatorul cu cea mai mică prioritate.

Folosirea operatorului virgulă este utilă acolo unde sintaxa nu permite decât o singură expresie şi trebuie evaluate mai multe expresii. Expresiile vor fi legate prin operatorul virgulă, obţinându-se o singură expresie.

Exemplul 1:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=5,b=10;
float d,c;
c=a=++b, ++a, d=(float)a/b--, ++b;
cout<<a<<"  "<<b<<"  "<<c<<"  "<<d<<endl;
//se afişează  12   11   11  1.090909
a=5,b=10;
cout<<(c=a=++b,++a,c=(float)a/b--,++b)/2;
//se afişează  5 - rezultatul expresiei este valoarea lui b
//şi este de tipul lui b, adică int  }
```

Exemplul 2:

```
/*Programul determină maximul dintre trei numere întregi
  citite de la tastatură */
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b,c,max;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 cout<<"c=";cin>>c;
 max=a,max=max<b?b:max,max=max<c?c:max;
 cout<<"maxim= "<<max;
}
```

Exemplul 3:

```
/*Programul ordonează crescător trei numere întregi
  citite de la tastatură */
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b,c,max;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 cout<<"c=";cin>>c;
 a>b?(x=a,a=b,b=x):a;
 b>c?(x=b,b=c,c=x):a;
 a>b?(x=a,a=b,b=x):a;
 cout<<a<<"  "<<b<<"  "<<c; }
```

Nu confundaţi caracterul virgulă folosit ca **separator** în liste (lista cu parametrii de apel ai unei funcţii, lista cu variabilele dintr-o instrucţiune declarativă etc.) cu **operatorul virgulă**. În cazul operatorului virgulă este garantată evaluarea de la stânga la dreapta, dar în cazul caracterului separator – nu).

4.5.10. Operatorul dimensiune

Operatorul dimensiune **sizeof** este un operator unar. Operandul poate fi o expresie sau un tip de dată:

sizeof(expresie)
sau
sizeof(tip_dată)

Rezultatul furnizat de acest operator reprezintă numărul de octeți utilizați pentru a memora valoarea expresiei sau tipul de dată precizat.

Observație. Aplicarea acestui operator pe o expresie **nu are ca efect şi evaluarea expresiei**.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a=5,b=10;
 float c;
 cout<<sizeof(int)<<"  "<<sizeof(float)<<endl;
 /* se afişează 2  4
    (considerând că pe maşina pe care este executat programul
     tipul int ocupă 2 octeţi, iar tipul float 4 octeţi)*/
 cout<<sizeof(c*a++)<<"  "<<sizeof(a/b--)<<endl;
 /* se afişează 4  2
    rezultatul primei expresii este de tip float, iar
    rezultatul  celei de a doua expresii este de tip int */
 cout<<a<<"  "<<b;
 /* se afişează 5  10
    expresiile nu au fost evaluate;
    valorile variabilelor a şi b nu au fost modificate */}
```

4.5.11. Precedența şi asociativitatea operatorilor

Pe lângă operatorii prezentați, în limbajul C++ mai există şi alți operatori. Operatorii prezentați ocupă nivelurile de prioritate astfel:

Nivel	Categorie	Operatori	Semnificație
1	Prioritate maximă	()	Apel de funcție
2	**Operatori unari**	+ -	Plus şi minus
		++ --	Incrementare şi decrementare
		!	Negare logică
		~	Negare pe biți
		sizeof	Dimensiune (în octeți)
		(tip)	Conversie explicită de tip
3	Nu au fost prezentați		
4	**Operatori aritmetici de multiplicare**	* / %	Înmulțire, împărțire şi rest (modulo)
5	**Operatori aritmetici adiționali**	+ -	Adunare şi scădere

Nivel	Categorie	Operatori	Semnificație
6	Operatori de deplasare pe biți	<< >>	Deplasare la stânga și deplasare la dreapta
7	Operatori relaționali pentru inegalități	< <= > >=	Mai mic, mai mic sau egal, mai mare și mai mare sau egal
8.	Operatori relaționali pentru egalitate	== !=	Egal și diferit
9		&	ȘI pe biți
10		^	SAU exclusiv pe biți
11		|	SAU pe biți
12		&&	ȘI logic
13		||	SAU logic
14		?:	Operatorul condițional
15	Operatori de atribuire	=	Atribuire simplă
		+= -= *= /=	Atribuire cu operatori matematici
		&= ^= |= <<= >>=	Atribuire cu operatori logici pe biți
16	Operatorul virgulă	,	Evaluare multiplă

Asociativitatea operatorilor: cu excepția operatorilor unari, condiționali și de atribuire, care au asociativitate de la dreapta la stânga, restul operatorilor au asociativitate de la stânga la dreapta.

Greșeli pe care le puteți face atunci când scrieți programul și care vor duce la apariția **erorilor de sintaxă** sau a avertismentelor la compilare:

1. Ați uitat să scrieți caracterului ; la sfârșitul unei instrucțiuni.
2. Apelați în program o funcție standard și ați uitat să includeți fișierul antet al acestei funcții cu directiva pentru preprocesor **#include**.
3. Ați pus caracterul ; la sfârșitul unei instrucțiuni **#include** pentru preprocesor.
4. Ați folosit un identificator greșit de variabilă.
5. Ați folosit un nume de variabilă sau de constantă pe care nu ați declarat-o.
6. Ați uitat să închideți un bloc (nu ați folosit corect parantezele perechi {}).
7. Ați folosit un tip greșit pentru o variabilă de memorie (de exemplu, vreți să atribuiți o constantă caracter unei variabile de tip **int**).
8. Nu ați scris corect un comentariu: fie nu ați închis cu */ un comentariu deschis cu /*, fie ați scris pe mai multe rânduri un comentariu deschis cu //.
9. Nu ați încadrat între paranteze rotunde () o expresie logică al cărei rezultat îl afișați cu funcția **cout<<**.
10. Ați folosit operatorul de atribuire (=) în locul operatorului relațional egal (==).

Evaluare

Răspundeți:

1. Care este deosebirea dintre operatorul de incrementare prefixat şi operatorul de incrementare postfixat?
2. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni, dacă pentru a şi b se citeşte 5? Dar dacă pentru a se citeşte 7, iar pentru b se citeşte 5?

```
int a,b;
cout<<"a= "; cin>>a;
cout<<"b= "; cin>>b;
a>b?a-=b:b--=a;
cout<<a<<"  "<<b;
```

3. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni dacă pentru a şi b, se citeşte 5? Dar dacă pentru a se citeşte 7, iar pentru b se citeşte 5?

```
int a,b;
cout<<"a= "; cin>>a;
cout<<"b= "; cin>>b;
a>b?(a--,b++):(b--,a++);
cout<<a<<"  "<<b;
```

4. Dacă *a1*, a2, a3 şi a4 sunt patru variabile de memorie de tip **int**, câte valori poate lua rezultatul expresiei a1 || a2 || a3 || a4? Dar rezultatul expresiei a1 || a2 || a3 || 1?
5. Dacă a1, a2, a3 şi a4 sunt patru variabile de memorie de tip **int**, câte valori poate lua rezultatul expresiei a1 && a2 && a3 && a4? Dar rezultatul expresiei a1 && a2 && a3 && 0?
6. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni dacă pentru a şi b se citeşte 5? Dar dacă pentru a se citeşte 7, iar pentru b se citeşte 5?

```
int a,b;
cout<<"a= "; cin>>a;
cout<<"b= "; cin>>b;
cout<<(a>b?a-b:b-a);
```

7. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
char c='a';
cout<<++c;
```

8. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni dacă pentru a se citeşte 7, iar pentru b se citeşte 5?

```
int a,b;
cout<<"a= "; cin>>a;
cout<<"b= "; cin>>b;
a-=b, b+=a, a=b-a;
cout<<a<<"  "<<b;
```

9. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni dacă pentru a se citeşte mai întâi 7, iar apoi 5?

```
int a,b,c;
cout<<"a= "; cin>>a; b=a%4;
cout<<"a= "; cin>>a; c=a/2;
cout<<a<<"  "<<b<<"  "<<a<<"  "<<c;
```

10. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
int a,b=2,c=1;
a=b=c, a=b==c;
cout<<a<<"  "<<b<<"  "<<c;
```

11. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
int a=1,b=2,c=1;
b=a==c, b=a=c;
cout<<a<<"  "<<b<<"  "<<c;
```

12. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
int a=1,b=2,c=3;
cout<<(a<b<c)<<"  "<<(a<b>c);
```

13. Ce se afişează în urma executării următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
unsigned char a=10,b=20,c=30;
a=~a; cout<<(int)a<<endl;
a=b&c; cout<<(int)a<<endl;
a=b^c; cout<<(int)a<<endl;
a=b|c; cout<<(int)a<<endl;
```

14. Care dintre variabilele întregi *a*, *b* şi *c* vor avea aceeaşi valoare după executarea următoarei instrucţiuni?

```
b=a+1,c=b-1,a=c+1;
```

15. Ce se afişează în urma executării următoarei instrucţiuni, dacă *a* şi *b* sunt variabile întregi care au valoarea 5 şi, respectiv, 7?

```
a-=b,b+=a,a=b-a;
```

16. Dacă *c* este o variabilă de memorie de tip **char** în care se memorează un caracter care este o literă mică, în urma executării instrucţiunii `cout<<c-('a'-'A');` se afişează litera mare corespunzătoare literei mici sau codul ASCII al literei mari?

Adevărat sau fals:

1. Operatorul % se poate aplica pe orice tip numeric.
2. Operatorul / nu se poate aplica pe tipul **char**.
3. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **int**, rezultatul expresiei 3+a/2 este de tip real.
4. Rezultatul expresiei -5%2 este -1.
5. Rezultatul expresiei 5%-2 este -1.
6. Rezultatul expresiei -5%-2 este -1.
7. Expresia -5%-2 produce eroare de compilare.
8. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **float** şi are valoarea 2, rezultatul expresiei 3+a/2 este 4 şi este de tip **int**.
9. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **float** şi are valoarea 2, iar variabila de memorie *b* este de tip **int** şi are valoarea 3, rezultatul expresiei b>=a este 1 şi este de tip **int**.
10. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **char** şi are valoarea 'a', iar variabila de memorie *b* este de tip **int** şi are valoarea 3, rezultatul expresiei a>=b && a este 1 şi este de tip **int**.

11. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **char** şi are valoarea 'a', iar variabila de memorie *b* este de tip **int** şi are valoarea 100, rezultatul expresiei a>=b || a este 1 şi este de tip **char**.
12. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **float** şi are valoarea 4, rezultatul expresiei (a+2)/(a-2) este 3 şi este de tip **int**.
13. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **float** şi are valoarea 2, rezultatul expresiei (a+4)/3*a este 1 şi este de tip **float**.
14. Dacă variabilele de memorie *a* şi *b* sunt de tip **int** şi au valoarea 2, respectiv 4, rezultatul expresiei a/b+b/a este 2.5 şi este de tip **float**.
15. Dacă variabilele de memorie *a* şi *b* sunt de tip **int** şi au valoarea 2, respectiv 4, rezultatul expresiei ++a/b-- este 1 şi este de tip **int**.
16. Dacă variabilele de memorie *a* şi *b* sunt de tip **char**, expresia a+b nu produce eroare de compilare, iar rezultatul este de tip **char**.
17. Dacă variabila de memorie *a* este de tip **char**, iar variabila de memorie *b* este de tip **int**, rezultatul evaluării expresiei a=a+b este de tip **int**.

Alegeți:

1. Tipul rezultatului obținut în urma evaluării expresiei 15/3+10/3+5/3 este:
   a) **float** b) **double** c) **int** d) **unsigned**
2. Dacă *a*, *b*, *c* şi *d* sunt trei variabile reale, prin ce instrucțiune i se atribuie variabilei *d* suma dintre media aritmetică a valorilor *a* şi *b* şi media aritmetică a valorilor *a* şi *c*?
   a) d=a+b/2 + a+c/2;
   b) d=(a+b+a+c)/4;
   c) d=a+(b+c)/2;
   d) d=(a+b+a+c)/3;
3. Dacă *x*, *a* şi *b* reprezintă variabile reale şi *a<b*, ce expresie se utilizează într-un program pentru a verifica dacă valoarea variabilei $x \in [a,b]$?
   a) x>a && x<b
   b) x>=a || x<=b
   c) x>=a && x<=b
   d) a<=x<=b
4. Dacă toate valorile variabilelor *a*, *b* şi *x* sunt numere naturale, cum se poate atribui variabilei *x* restul împărțirii valorii variabilei *a* la valoarea variabilei *b*?
   a) x= a % b;
   b) (a>=b)? x= a / b: x= b / a;
   c) x %= a/b;
   d) (a>=b)? x= a % b: x= b % a;
5. Care dintre următoarele expresii este adevărată, dacă şi numai dacă *x* este un număr natural impar, divizibil cu 5?
   a) x>=0 || x%2 != 0 || x%5==0
   b) (x>=0)&&(x%2 == 1 || x%5==0)
   c) (x>=0) || (x%2 != 1) && (x%5==0)
   d) x>=0 && x%2 != 0 && x%5==0
6. Care dintre următoarele expresii este adevărată, dacă şi numai dacă numărul întreg *x* este impar negativ?
   a) (x % 2= = 1) && (x<0)
   b) (x % 2 != 0) || (x<0)
   c) ! ((x % 2 == 0) || (x>=0))
   d) ! ((x % 2 == 0) && (x>=0))
7. Care dintre următoarele expresii se obține prin negarea expresiei x>=a || x<b:

a) x<=a || x>b
b) x<a || x>=b
c) x>=a && x<b
d) x<a && x>=b

8. Care dintre următoarele expresii se obține prin negarea expresiei (!x || a)&&(x || !b):
   a) (x && !a) && (!x && b)
   b) !(x &&a) && !(x && b)
   c) !(x || a) || !(x || b)
   d) (x && !a) || (!x && b)
9. Care dintre următoarele instrucțiuni nu mărește valoarea variabilei reale *y* cu jumătate din valoarea variabilei reale *x*?
   a) x/=2, y+=x;
   b) y+=x, x/=2;
   c) y+=x=x/2;
   d) y+=x/2;
10. Care dintre următoarele expresii poate fi folosită pentru a verifica dacă două numere întregi *a* și *b* sunt amândouă pare?
    a) (a-b)%2==0
    b) (a+b)%2==0
    c) a*b%4==0
    d) (a %2==0) && (b%2!=1)

Rezolvați:

1. Scrieți un program care să afișeze codul ASCII al unui caracter introdus de la tastatură.
2. Scrieți un program care să calculeze aria și lungimea unui cerc. Dimensiunea razei se citește de la tastatură. Pentru numărul π se va folosi constanta simbolică PI.
3. Se citește un număr natural care reprezintă timpul exprimat în minute. Scrieți programul care afișează timpul exprimat în ore și minute.
4. Scrieți un program care să calculeze valoarea expresiei de la problema 8, pagina 31. Valoarea operandului se citește de la tastatură.
5. Scrieți un program care să calculeze valorile celor trei expresii de la problema 6, pagina 31. Valorile operanzilor se citesc de la tastatură.
6. Scrieți un program care să testeze un caracter introdus de la tastatură. Dacă este literă mare, să se afișeze mesajul "Literă mare", dacă este literă mică să se afișeze mesajul "Literă mică", altfel să se afișeze mesajul "Nu este literă".
7. Scrieți un program care afișează câte numere pare sunt într-un interval [a,b]. Valorile pentru a și b se citesc de la tastatură.
8. Scrieți un program care citește de la tastatură un număr natural cu trei cifre și care afișează apoi numărul obținut prin eliminarea cifrei din mijloc.
9. Scrieți un program care citește de la tastatură un număr natural cu patru cifre și care afișează pe câte un rând cifrele numărului, începând cu cifra cea mai semnificativă.
10. Scrieți un program care citește de la tastatură un număr format din două cifre și care afișează un mesaj prin care se precizează modul în care sunt ordonate cifrele: "Cifre ordonate crescător" sau "Cifre ordonate descrescător".
11. Scrieți un program care citește de la tastatură patru numere reale *a*, *b*, *c* și *d* cu *a<b* și *c<d* și care afișează intersecția intervalelor [a,b] și [c,d].

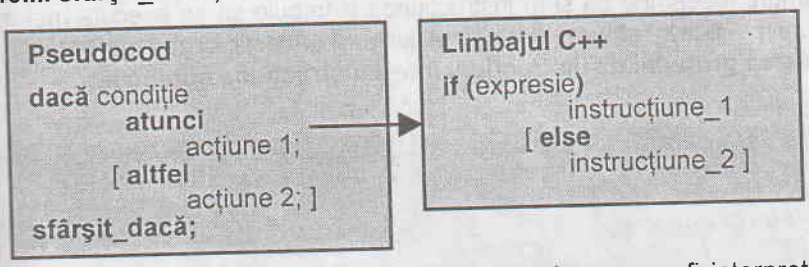
4.6. Instrucțiunile de control

Instrucțiunile dintr-un program se execută în ordinea în care le-ați scris (secvențial). În marea majoritate a algoritmilor nu se execută toți pașii secvențial. Sunt frecvente cazurile în care se execută anumiți pași în funcție de o anumită condiție sau se repetă executarea anumitor pași atât timp cât este îndeplinită o anumită condiție. Pentru a putea implementa acest gen de algoritmi, în limbajul de programare se folosesc **instrucțiunile de control**. La fel ca și în cazul unui algoritm exprimat în pseudocod, ele specifică ordinea în care se execută instrucțiunile programului controlând **fluxul de execuție al programului**. Instrucțiunile de control definite în limbajul C++ sunt:

1. **Structura alternativă:**
   - ✓ **simplă** — **- if ... else**
   - ✓ **generalizată** — **- switch ... case.**
2. **Structura repetitivă:**
   - ✓ **condiționată anterior** — **- while**, **- for**
   - ✓ **condiționată posterior** — **- do ... while**

4.6.1. Instrucțiunea if ... else

Instrucțiunea **if ... else** implementează structura alternativă simplă (**dacă... atunci... altfel... sfârșit_dacă**). Sintaxa acestei instrucțiuni este:



Expresia trebuie să furnizeze un rezultat numeric care va fi interpretat ca o constantă logică: *True* sau *False.*

Instrucțiunea **if ... else** se execută astfel:

Pas 1. Se evaluează expresia **expresie.**

Pas 2. Dacă rezultatul expresiei este diferit de 0 (corespunde valorii logice *True*), se execută **instrucțiune_1**. Dacă rezultatul expresiei este 0 (corespunde valorii logice *False*), se execută **instrucțiune_2.**

Exemplul 1:

```
//Programul verifică dacă un număr întreg citit de la
// tastatură este un număr par.
#include <iostream.h>
void main()
```

```
{int x;
cout<<"x="; cin>>x;
if (n%2==0)                          //n%2==0 este expresia
     cout<<"Numărul este par ";      // instrucțiune 1
   else
     cout<<"Numărul nu este par ";   // instrucțiune 2
}
```

Pentru **structura alternativă simplă cu o ramură vidă** nu se mai precizează **else** *instrucțiune_2*, instrucțiunea **if** având în acest caz sintaxa:

if (expresie) instrucțiune

Exemplul 2:

```
//Programul afișează modulul unui număr real citit de la
//tastatură.
#include <iostream.h>
void main()
{int x;
cout<<"x="; cin>>x;
if (x<0)                    // x<0 este expresia
      x=-x;                 // instrucțiune
cout<<"modulul = "<<x;
}
```

Observații:

1. Conform sintaxei instrucțiunii **if**, pe fiecare dintre ramurile structurii alternative nu se poate executa decât o singură instrucțiune. În cazul în care în algoritmul pentru rezolvarea problemei este nevoie să se execute mai mulți pași pe oricare dintre ramuri, înseamnă că și în instrucțiunea **if** trebuie să se execute mai multe instrucțiuni pe acea ramură, și nu una singură. Aceste cazuri se rezolvă prin **încapsularea grupului de instrucțiuni într-o instrucțiune compusă**.

Exemplul 3:

```
/*Programul afișează în ordine crescătoare două numere reale
  a și b citite de la tastatură, folosind algoritmul de
  interschimbare a două variabile de memorie*/
#include <iostream.h>
void main()
{float a,b,x;
cout<<"a="; cin>>a;
cout<<"b="; cin>>b;
if (b<a)
    {x=a; a=b; b=x;}          // instrucțiunea compusă
cout<<a<<"  "<<b;
}
```

2. Deoarece în limbajul C++ nu este implementat tipul logic, orice valoare numerică poate fi interpretată ca o constantă logică (*True* sau *False*). În cazurile în care în expresie se testează dacă o valoare este diferită de 0 (orice număr diferit de zero înseamnă *True*), expresia poate fi scrisă **condensat**.

Exemplul 4:

```
//Programul verifică dacă un număr întreg citit de la
// tastatură este un număr impar.
```

```
#include <iostream.h>
void main()
{int n;
cout<<"n="; cin>>n;                          //n%2 în loc de n%2!=0
if (n%2)
     cout<<"Numărul este impar ";
   else
     cout<<"Numărul nu este impar ";}
```

În acelaşi mod se poate scrie şi expresia pentru testarea unui număr par. Dacă n%2 trebuie să fie egal cu 0 pentru ca numărul să fie par, înseamnă că !(n%2) trebuie să fie egal cu 1, adică diferit de 0 şi, în loc să scriem expresia !(n%2)!=0, putem condensa expresia cu !(n%2).

3. Pentru a implementa unii algoritmi se pot folosi instrucţiuni **if** imbricate. Să considerăm următorul exemplu. *Se introduc de la tastatură numerele întregi* ***a*** *şi* ***b*** *şi un caracter care reprezintă o operaţie aritmetică. Să se calculeze valoarea lui* ***e*** *definită ca rezultat al aplicării operatorului aritmetic pe numerele* ***a*** *şi* ***b****.*

Exemplul 5:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b;
 char c;
 float e;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 cout<<"c="; cin>>c;
 if (c=='+')
    {e=a+b;
     cout<<"E= "<<e;}
   else
    if (c=='-')
       {e=a-b;
        cout<<"E= "<<e;}
      else
       if (c=='*')
          {e=a*b;
           cout<<"E= "<<e;}
        else
         if (c=='/')
            {e=(float)a/b;
             cout<<"E= "<<e; }
           else
             cout<<"Operator gresit";
}
```

Construcţiile în care folosiţi instrucţiuni **if** imbricate pot crea însă probleme atunci când una dintre structurile alternative este cu o ramură vidă. Să considerăm următorul exemplu. *Se citesc trei numere întregi n, a şi b. Să se calculeze valoarea lui* x, *astfel: dacă n este diferit de 0, x are valoarea lui |a|; altfel, are valoarea lui b.* Să presupunem că se scrie următorul program:

Exemplul 6:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b,n,x;
 cout<<"n="; cin>>n;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 x=a;
 if (n)
     if (a<0) x=-a;
   else
     x=b;
 cout<<"x= "<<x;}
```

Scrierea indentată a acestor instrucțiuni nu rezolvă problema de sintaxă a limbajului. Conform sintaxei limbajului, cuvântul cheie **else** cel mai interior este asociat întotdeauna cu cuvântul cheie **if** cel mai interior. Aşa cum a fost scris acest program, instrucțiunea `x=b;` se va executa dacă a este mai mare sau egal cu 0, şi nu dacă n este diferit de 0. Pentru a corecta această greşeală, vom încapsula, într-o instrucțiune compusă, instrucțiunea care se execută atunci când n este 0, chiar dacă aparent nu este necesar, fiind vorba de o singură instrucțiune:

Exemplul 7:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b,n,x;
 cout<<"n="; cin>>n;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 x=a;
 if (n)
     {if (a<0) x=-a; }        // instrucțiunea compusă
   else
     x=b;
 cout<<"x= "<<x;}
```

4.6.2. Instrucțiunea switch ... case

Instrucțiunea **switch ... case** implementează structura alternativă generalizată (**în caz că... cazul... altfel... sfârşit_în_caz_că**). Sintaxa acestei instrucțiuni este:

Pseudocod

în caz că selector
  cazul v1: acțiune 1;
  cazul v2: acțiune 2;
  .....
  cazul vi: acțiune i;
  .....
  cazul vn: acțiune n;
  altfel acțiune n+1;
sfârşit_în_caz_că;

Limbajul C++

switch (expresie)
{
  case exp_1: instrucțiune_1 **break;**
  case exp_2: instrucțiune_2 **break;**
  .....
  case exp_i: instrucțiune_i **break;**
  .....
  case exp_n: instrucțiune_n **break;**
  [**default**: instrucțiune_n+1]
}

Expresia **expresie** trebuie să furnizeze un rezultat numeric întreg, iar expresiile care se evaluează pentru fiecare caz (*exp_i*) trebuie să fie constante întregi sau expresii constante cu valoare întreagă. Caracterul **:** este un separator între eticheta cazului (**case** *exp_i*) şi instrucţiunea care se va executa (*instrucţiune_i*). Colecţia de instrucţiuni etichetate este încapsulată într-un bloc delimitat de separatorii **{ }**.

Instrucţiunea **switch** ... **case** se execută astfel:

Pas 1. Se evaluează expresia **expresie**.

Pas 2. Dacă rezultatul obţinut are valoarea **exp_1** se execută **instrucţiune_1** după care se trece la execuţia instrucţiunii care urmează instrucţiunii **switch**, altfel se trece la pasul următor.

Pas 3. Dacă rezultatul obţinut are valoarea **exp_2** se execută **instrucţiune_2** după care se trece la execuţia instrucţiunii care urmează instrucţiunii **switch**, altfel se trece la pasul următor.

.....

Pas n+1. Dacă rezultatul obţinut are valoarea **exp_n** se execută **instrucţiune_n** după care se trece la execuţia instrucţiunii care urmează instrucţiunii **switch**, altfel se execută instrucţiunea care urmează după eticheta **default**, dacă aceasta există, după care se trece la execuţia instrucţiunii care urmează instrucţiunii **switch**.

Exemplul 1:

```
//Programul de la Exemplul 5 al instrucţiunii if.
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b;
 char c;
 float e;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 cout<<"c="; cin>>c;
 switch (c)
  {                  // începe blocul instrucţiunii switch
   case '+': {e=a+b; cout<<"E= "<<e;} break;
   case '-': {e=a-b; cout<<"E= "<<e;} break;
   case '*': {e=a*b; cout<<"E= "<<e;} break;
   case '/': {e=(float)a/b; cout<<"E= "<<e; } break;
   default:  cout<<"Operator gresit";
   }                 // se închide blocul instrucţiunii switch
}
```

Observaţii:

1. Toate expresiile corespunzătoare cazurilor (*exp_i*) trebuie să fie diferite între ele.
2. Eticheta **default** este opţională. Instrucţiunea ataşată acestei etichete se execută numai dacă nu a fost îndeplinit nici un caz anterior.

Instrucţiunea **break;** este obligatorie. Semnificaţia ei este de a se întrerupe execuţia instrucţiunii **switch ... case** şi de a se trece la executarea următoarei instrucţiuni din program.

Dacă nu scrieți această instrucțiune, se continuă execuția instrucțiunii **switch ... case**. Deoarece cuvintele cheie **case** nu sunt decât nişte etichete folosite pentru evidențierea cazurilor, continuarea execuției instrucțiunii **switch ... case** înseamnă de fapt executarea tuturor instrucțiunilor până la întâlnirea separatorului } care închide blocul instrucțiunii **switch ... case**.

Exemplul 2:

```
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b;
 int n;
 cout<<"n (1,2 sau 3) ="; cin>>n;
 switch (n)
  {
   case 3:   cout<<3<<"  ";
   case 2:   cout<<2<<"  ";
   case 1:   cout<<1<<"  "; break;
   default:  cout<<"Ati ales alt numar";
   }
}
```

La execuția acestui program, în funcție de valoarea citită pentru *n*, se afişează:

- ✓ Dacă *n* are valoarea 3, se execută instrucțiunea cu eticheta **case** 3, după care se continuă cu execuția instrucțiunii cu eticheta **case** 2, şi apoi cu a instrucțiunii cu eticheta **case** 1, după care se execută instrucțiunea **break** care întrerupe execuția instrucțiunii **switch ... case**. Programul va afişa **3 2 1**.
- ✓ Dacă *n* are valoarea 2, se execută instrucțiunea cu eticheta **case** 2, după care se continuă cu execuția instrucțiunii cu eticheta **case** 1, şi apoi cu execuția instrucțiunii **break**, care întrerupe execuția instrucțiunii **switch ... case**. Programul va afişa **2 1**.
- ✓ Dacă *n* are valoarea 1, se execută instrucțiunea cu eticheta **case** 1, apoi instrucțiunea **break**, care întrerupe execuția instrucțiunii **switch ... case**. Programul va afişa **1**.
- ✓ Dacă *n* are o valoare diferită de 1, 2 sau 3, se execută instrucțiunea cu eticheta **default**. Programul va afişa **Ati ales alt numar**.

Observație. Instrucțiunea **switch ... case** poate fi folosită în locul unor instrucțiuni **if ... else** imbricate. Să considerăm următorul exemplu:

Exemplul 3:

```
/*Programul citeşte două numere întregi a şi b şi un caracter
  c. Dacă pentru c se citeşte 1 sau 3, se afişează suma celor
  două numere. Dacă pentru c se citeşte 2 sau 4, se afişează
  diferența dintre valoarea mai mare şi valoarea mai mică a
  celor două numere. În restul cazurilor, se afişează mesajul
  Alta optiune.*/
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b;
 char c;
 cout<<"a= "; cin>>a;
 cout<<"b= "; cin>>b;
```

```
cout<<"optiune (1,2,3 sau 4)= "; cin>>c;
if (c=='1' || c=='3')
     cout<<a+b;
  else
     if (c=='2' || c=='4')
       if (a>b) cout<<a-b;
          else cout<<b-a;
      else
       cout<<"Alta optiune";}
```

Programul poate fi implementat şi cu o structură **switch ... case**, astfel:

Exemplul 4:

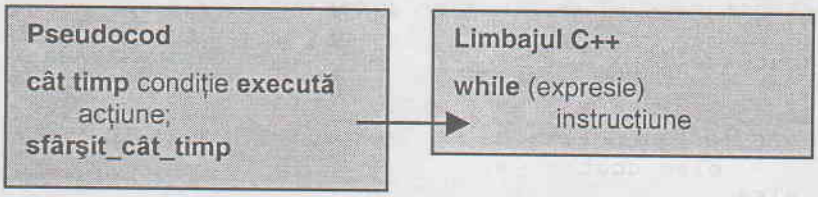
```
#include <iostream.h>
void main()
{int a,b;
 char c;
 cout<<"a= "; cin>>a;
 cout<<"b= "; cin>>b;
 cout<<"optiune (1,2,3 sau 4)= "; cin>>c;
 switch (c)
 {
  case '1': case '3': cout<<a+b; break;
  case '2': case '4': if (a>b) cout<<a-b;
                      else cout<<b-a; break;
  default: cout<<"Alta optiune";
 }
}
```

În funcție de valoarea citită pentru *c*, instrucțiunea **switch ... case** se execută astfel:

- ✓ Dacă *c* are valoarea '1', se execută instrucțiunea cu eticheta **case** '1', care este o instrucțiune inexistentă (nu se execută nimic), după care se continuă cu execuția instrucțiunii cu eticheta **case** '3', prin care se afişează suma dintre *a* şi *b*, şi apoi se execută instrucțiunea **break**, care întrerupe execuția instrucțiunii **switch ... case**. Dacă *c* are valoarea '3', se execută direct instrucțiunea cu eticheta **case** '3', obținându-se acelaşi rezultat ca şi în cazul valorii '1' pentru *c*.
- ✓ Dacă *c* are valoarea '2', se execută instrucțiunea cu eticheta **case** '2', care este o instrucțiune inexistentă (nu se execută nimic), după care se continuă cu execuția instrucțiunii cu eticheta **case** '4', prin care se afişează diferența dintre valoarea mai mare şi valoarea mai mică a numerelor *a* şi *b* (instrucțiunea **if ... else**), şi apoi se execută instrucțiunea **break**, care întrerupe execuția instrucțiunii **switch ... case**. Dacă *c* are valoarea '4', se execută direct instrucțiunea cu eticheta **case** '4', obținându-se acelaşi rezultat ca şi în cazul valorii '2' pentru *c*.
- ✓ Dacă *c* are o valoare diferită de '1', '2', '3' sau '4', se execută instrucțiunea cu eticheta **default** şi se va afişa **`Alta optiune`**.

4.6.3. Instrucțiunea while

Instrucțiunea **while** implementează structura repetitivă cu număr necunoscut de paşi, condiționată anterior (**cât timp... execută... sfârşit_cât_timp**). Sintaxa acestei instrucțiuni este:



Instrucțiunea **while** se execută astfel:

Pas 1. Se evaluează expresia **expresie**.

Pas 2. Dacă rezultatul expresiei este diferit de 0 (corespunde valorii logice *True*) se execută **instrucțiune**, apoi se revine la **Pasul 1**; altfel, se trece la execuția instrucțiunii care urmează instrucțiunii **while**.

Ca şi în cazul instrucțiunilor precedente, dacă trebuie să se repete executarea unui grup de instrucțiuni, în locul unei singure instrucțiuni, grupul de instrucțiuni va fi încapsulat într-o instrucțiune compusă.

Exemplul 1:

```
/*Se citesc mai multe numere întregi de la tastatură, până la
  citirea numărului 0. Să se calculeze suma numerelor pare
  citite.*/
#include <iostream.h>
void main()
{int a,s=0;
 // variabila a se foloseşte pentru citirea numerelor
 // variabila s se foloseşte pentru calcularea sumei şi
 // se iniţializează cu 0
 cout<<"a="; cin>>a;
 while (a)          // expresia a condensează expresia a!=0
  {                 // începutul instrucţiunii compuse
   if (!(a%2)) s+=a;
       // expresia !(a%2) condensează expresia a%2==0
       // expresia s+=a condensează expresia s=s+a
   cout<<"a="; cin>>a;
   // se citeşte următorul număr în variabila a
  }                 // sfârşitul instrucţiunii compuse
 cout<<"suma= "<<s;
}
```

Exemplul 2:

```
/*Se citesc cifrele unui număr începând cu cifra cea mai
  semnificativă. Să se afşeze numărul.*/
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n=0;
 unsigned int c;
 // variabila c se foloseşte pentru citirea cifrelor
 // variabila n se foloseşte pentru formarea numărului
 cout<<"cifra= "; cin>>c;
 while (c>=0 && c<=9) _
  {n=n*10+c;
   cout<<"cifra= "; cin>>c;}
```

```
cout<<"numarul= "<<n;
}
```

Exemplul 3:

```
/*Se citeşte un număr natural. Să se afişeze suma cifrelor.*/
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n=0;
 int s=0;
 // variabila n se foloseşte pentru citirea numărului
 // variabila s se foloseşte pentru calcularea sumei cifrelor
  cout<<"numarul= "; cin>>n;
  while (n) _
  {s+=n%10; n/=10;}
cout<<"suma= "<<n;
}
```

Observaţie:

Expresia care se evaluează poate să fie formată şi dintr-o expresie compusă din mai multe expresii legate cu operatorul virgulă, iar instrucţiunea care se execută poate fi şi instrucţiunea vidă. Programul din exemplul anterior poate fi rescris astfel:

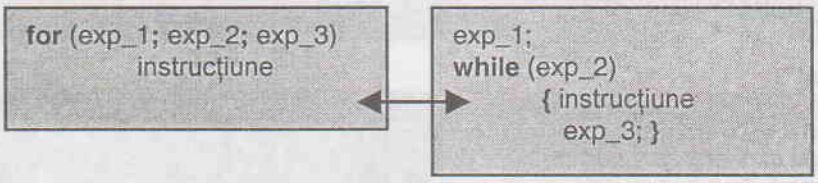
Exemplul 3_a:

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n=0;
 int s=0;
 cout<<"numarul= "; cin>>n;
 while (s+=n%10,n/=10)  // expresie compusă
       ;                // se execută instrucţiunea vidă
 cout<<"suma= "<<n;
}
```

Instrucţiunea care se execută repetat în instrucţiunea **while** este instrucţiunea vidă (instrucţiunea ;). Expresia compusă care se evaluează `s+=n%10,n/=10` este formată din două expresii legate de operatorul virgulă. Conform definiţiei limbajului, mai întâi se evaluează prima expresie `s+=n%10` (prin care se actualizează suma *cifrelor) şi apoi a doua expresie* `n/=10` *(prin care se elimină ultima cifră din nu*măr). Rezultatul expresiei compuse este dat de rezultatul ultimei expresii. Ultima expresie conţinând operatorul de atribuire, rezultatul ei va fi dat de valoarea lui *n*. Aşadar, execuţia instrucţiunii **while** (instrucţiunea vidă) se va repeta atât timp cât *n* este diferit de 0. Actualizările sumei şi a numărului *n* se fac prin intermediul expresiei care se testează, şi nu prin intermediul unei instrucţiuni care se execută repetat.

4.6.4. Instrucţiunea for

Instrucţiunea **for** implementează tot o structură repetitivă cu număr necunoscut de paşi, condiţionată anterior, la fel ca şi instrucţiunea **while**. Avantajul ei este că permite o scriere mai condensată decât instrucţiunea **while**. Sintaxa acestei instrucţiuni este:



Cele trei expresii se folosesc pentru implementarea **procesului de control** al execută rii repetate a instrucțiunii şi corespund celor trei acțiuni ale acestui proces:

- ✓ **exp_1**, pentru **inițializare**, prin care se stabileşte starea dinainte de prima execuție a instrucțiunii,
- ✓ **exp_2**, pentru **testare**, prin compararea stării curente cu starea care termină procesul de repetare şi are rolul de a termina executarea repetată a instrucțiunii; trebuie să fie o expresie numerică, al cărei rezultat să poată fi interpretat ca o constantă logică (*True* sau *False*),
- ✓ **exp_3**, pentru **modificare**, prin schimbarea stării curente, astfel încât să se avanseze către starea finală, care încheie procesul de repetare a executării instrucțiunii.

Instrucțiunea **for** se execută astfel:

Pas 1. Se evaluează expresia **exp_1**.

Pas 2. Se evaluează expresia **exp_2**. Dacă rezultatul expresiei este diferit de 0 (corespunde valorii logice *True*) se execută **instrucțiune**, altfel se trece la execuția instrucțiunii care urmează instrucțiunii **for**.

Pas 3. Se evaluează expresia **exp_3** şi se revine la **Pas 2**.

Exemplul 1:

```
/*Programul este echivalent cu programul de la Exemplul 3 al
  instrucțiunii while*/
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned longint n;
 int s;
 cout<<"n="; cin>>n;
 for (s=0; n; n/=10)
          s+=n%10;       // instrucțiunea
cout<<"suma= "<<s;
}
```

Expresia pentru inițializare **exp_1** este *s=0*, expresia pentru testare **exp_2** este *n*, expresia pentru modificare **exp_3** este *n/=10*. Instrucțiunea **for** se execută astfel:

Pas 1. Se evaluează expresia **exp_1**, adică se inițializează suma cifrelor cu 0.

Pas 2. Se evaluează expresia **exp_2**. Dacă *n* este diferit de 0 (nu s-au eliminat toate cifrele din număr) se execută instrucțiunea `s+=n%10;` prin care se actualizează valoarea lui *s* (prin adunarea ultimei cifre la sumă). Dacă *n* este 0 (s-au eliminat toate cifrele din număr) se termină execuția instrucțiunii **for** şi se trece la execuția instrucțiunii `cout<<"suma= "<<s;`.

Pas 3. Se evaluează expresia **exp_3** prin care se modifică valoarea lui *n* (prin eliminarea ultimei cifre din număr). Se revine la **Pas 2.**

Instrucțiunea **for** din exemplul precedent mai poate fi scrisă în următoarele variante:

Exemplul 1_a:

```
for (s=0; n; s+=n%10,n/=10)
    ;                          // se execută instrucțiunea vidă
```

Expresia pentru inițializare **exp_1** este *s=0*, expresia pentru testare **exp_2** este *n*, iar expresia pentru modificare **exp_3** este expresia compusă *s+=n%10, n/=10*. La execuție apar următoarele diferențe:

Pas 3. Se evaluează expresia **exp_3** prin care se actualizează mai întâi valoarea lui *s* (prin adunarea ultimei cifre la sumă), iar apoi se modifică valoarea lui *n* (prin eliminarea ultimei cifre din număr). În **exp_3** au fost condensate o instrucțiune care face parte din corpul structurii repetitive și acțiunea de modificare a procesului de control. Se revine la **Pas 2.**

Exemplul 1_b:

```
for (s=n%10;n/=10;s+=n%10);
```

Expresia pentru inițializare **exp_1** este *s=n%10*, expresia pentru testare **exp_2** este *n/=10*, iar expresia pentru modificare **exp_3** este expresia *s+=n%10*. La execuție apar următoarele diferențe:

Pas 1. Se evaluează expresia **exp_1**, adică se inițializează suma cifrelor cu prima cifră a numărului.

Pas 2. Se evaluează expresia **exp_2**, adică rezultatul operatorului de atribuire care este dat de valoarea lui *n* obținută prin eliminarea ultimei cifre. Dacă *n* este diferit de 0 (nu s-au eliminat toate cifrele din număr) se execută instrucțiunea vidă. Dacă *n* este 0 (s-au eliminat toate cifrele din număr) se termină execuția instrucțiunii **for**. În **exp_2** au fost condensate acțiunile de testare și de modificare ale procesului de control.

Pas 3. Se evaluează expresia **exp_3** prin care se modifică mai întâi valoarea lui *s* (prin adunarea ultimei cifre la sumă). În **exp_3** este instrucțiunea care face parte din corpul structurii repetitive. Se revine la **Pas 2.**

Ținând cont de modul în care se execută instrucțiunea **for**, în Exemplul 1_b suma s-a inițializat cu prima cifră, și nu cu 0 ca în Exemplul 1 și Exemplul 1_a, deoarece în aceste exemple mai întâi se adună cifra la sumă și apoi se elimină din număr, iar în Exemplul 1_b mai întâi se elimină o cifră din număr și apoi se adună o cifră la număr.

Observație:

Din punct de vedere sintactic, cele trei componente ale instrucțiunii **for** sunt expresii. Oricare dintre ele și chiar toate trei pot fi expresii vide. Caracterele ; sunt însă obligatorii. De exemplu, instrucțiunea **for (;;) ;** este corectă din punct de vedere sintactic. Ea execută un **ciclu infinit** (un ciclu care nu se termină). Programul care conține un ciclu infinit se numește **program care ciclează la infinit.**

Dacă veți omite din instrucțiunea **for** expresia **exp_2**, instrucțiunea va executa un **ciclu infinit**.

În următoarele două exemple, **exp_3** este expresia vidă. Acțiunea de modificare a procesului de control se execută în corpul structurii repetitive prin citirea unei noi valori pentru variabila *a*, respectiv pentru variabila *c*.

Exemplul 2:

```
/*Programul echivalent cu programul de la Exemplul 1 al
  instrucțiunii while*/
#include <iostream.h>
void main()
{int a,s;
 cout<<"a="; cin>>a;
 for (s=0;a;)
   {                    // începutul instrucțiunii compuse
   if (!(a%2)) s+=a;
    cout<<"a="; cin>>a;
   }                    // sfârșitul instrucțiunii compuse
 cout<<"suma= "<<s; }
```

Exemplul 3:

```
/*Programul este echivalent cu programul de la Exemplul 2 al
  instrucțiunii while*/
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n;
 unsigned int c;
 cout<<"cifra= "; cin>>c;
 for (n=0; c>=0 && c<=9;)
    {n=n*10+c; cin>>c;}
 cout<<"numarul= "<<n; }
```

Observație:

Crearea unui flux de date este considerată o expresie. În exemplul următor, expresia compusă folosită pentru **exp_3** conține o expresie pentru crearea fluxului **cin>>c**:

Exemplul 3_a

```
/*Programul este echivalent cu programul de la Exemplul 3 al
  instrucțiunii for*/
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n;
 unsigned int c;
 for (c=0,n=0; c>=0 && c<=9; n=n*10+c,cin>>c);
 cout<<"numarul= "<<n; }
```

Expresia pentru inițializare **exp_1** este *c=0,n=0*, expresia pentru testare **exp_2** este c>=0 && c<=9, iar expresia pentru modificare **exp_3** este expresia compusă n=n*10+c, **cin**>>c. Instrucțiunea **for** se execută astfel:

Pas 1. Se evaluează expresia **exp_1**, adică se inițializează cifra şi numărul cu 0.

Pas 2. Se evaluează expresia **exp_2**. Dacă *c* este o cifră (un număr cu valoare între 0 şi 9), se execută instrucţiunea vidă. Dacă *n* nu este o cifră, se termină execuţia instrucţiunii **for**.

Pas 3. Se evaluează expresia **exp_3**, prin care se actualizează mai întâi valoarea numărului *n*, iar apoi se modifică valoarea cifrei *c* (prin citirea unui nou număr). În **exp_3** au fost condensate instrucţiunea care face parte din corpul structurii repetitive şi acţiunea de modificare a procesului de control. Se revine la **Pas 2.**

Observaţie:

În expresia **exp_1** puteţi să declaraţi variabile de memorie şi să le iniţializaţi:

Exemplul 3_b

```
/*Programul este echivalent cu programul de la Exemplul 3 al
  instrucţiunii for*/
#include <iostream.h>
void main()
{for (unsigned long c=0,n=0; c>=0 && c<=9; n=n*10+c,cin>>c);
 cout<<"numarul= "<<n;
}
```

Nu puteţi să declaraţi variabile de tipuri diferite. Exemplul următor este greşit din punct de vedere sintactic şi va produce eroare la compilare:

```
for(unsigned long n=0,unsigned c=0;c>=0&&c<=9;n=n*10+c,cin>>c);
```

Recomandare:

Versiunile *a* şi *b* ale programelor anterioare nu sunt greşite din punct de vedere sintactic, şi nici din punct de vedere logic. Avantajul instrucţiunii **for** faţă de instrucţiunea **while** este că **centralizează în cele trei expresii cele trei acţiuni ale procesului de control**. Acest avantaj este evident mai ales în cazul **instrucţiunilor repetitive imbricate**. Din această cauză este bine să vă obişnuiţi să folosiţi cele trei expresii numai pentru cele trei acţiuni ale procesului de control.

Observaţie:

În limbajul C++ nu este definită o instrucţiune specială pentru **structura repetitivă cu număr cunoscut de paşi**. Instrucţiunea cea mai adecvată pe care o puteţi folosi pentru implementarea acestei structuri dintr-un algoritm este instrucţiunea **for**.

Pseudocod	Limbajul C++
pentru *contor = vi, vf* [**pas** v] **execută** acţiune; **sfârşit_pentru**;	**for** (*contor=vi;contor<=vf; contor+=v*) instrucţiune

Expresia pentru iniţializare **exp_1** se foloseşte pentru iniţializarea contorului, expresia pentru testare **exp_2** se foloseşte pentru a compara valoarea contorului cu valoarea finală *vf*, iar expresia **exp_3** se foloseşte pentru modificarea contorului prin incrementare sau decrementare.

Exemplul 4:

```
/*Se citeşte un număr natural n şi un şir de n numere
  întregi. Să se afişeze suma numerelor pare citite în şir.*/
#include <iostream.h>
void main()
{int n,i,a,s;
  // variabila i se foloseşte pentru contor
  // variabila n reprezintă valoarea finală a contorului
  // variabila a se foloseşte pentru citirea numerelor
  // variabila s se foloseşte pentru calcularea sumei
  // iniţializarea variabilelor i şi s se face în expresia
  // exp 1 a instrucţiunii for
 cout<<"n="; cin>>n;
 for (i=1,s=0; i<=n; i++)
   {cout<<"a="; cin>>a;
    if (!(a%2)) s+=a; }
 cout<<"suma= "<<s;
}
```

Observaţie: Numărarea executării repetate a instrucţiunii **for** se poate face atât prin incrementarea cât şi prin decrementarea contorului, de la o valoare iniţială până la o valoare finală. În exemplul precedent, numărarea s-a făcut prin incrementarea contorului de la valoarea iniţială *1* până la valoarea finală *n*. În exemplul următor, numărarea se face prin decrementarea contorului de la valoarea iniţială *n* până la valoarea finală *1*:

Exemplul 4_a:

```
//Programul este echivalent cu programul de la Exemplul 4
#include <iostream.h>
void main()
{int n,i,a,s;
 cout<<"n="; cin>>n;
 for (i=n,s=0; i>=1; i--)
   {cout<<"a="; cin>>a;
    if (!(a%2)) s+=a; }
 cout<<"suma= "<<s;
}
```

Alegerea modului de numărare se face în funcţie de cât de adecvat este acest mod pentru implementarea algoritmului care rezolvă problema. Pentru exemplul prezentat este evident că mai adecvată este numărarea prin incrementare. În următorul exemplu, mai adecvată este numărarea prin decrementare:

Exemplul 5:

```
/*Se citeşte un număr natural n. Să se afişeze în ordine inver-
  să toate numerele naturale pare mai mici sau egale cu n.*/
#include <iostream.h>
void main()
{int n,i;
 cout<<"n="; cin>>n;
 if (n%2) n--; // dacă n este impar se decrementează
 for (i=n;i>=2;i--,i--) // sau for (i=n;i>=2;i-=2)
     cout<<i<<" ";
}
```

În următorul exemplu se folosesc două instrucțiuni **for** imbricate:

Exemplul 6:

```
/*Se citeşte un număr natural n. Să se afişeze toate numerele
  perfecte mai mici decât n*/
#include <iostream.h>
#include <math.h>
void main()
{int n,i,j,s;
  /* variabila i este contorul primului for şi se foloseşte
     pentru a genera numerele care se verifică dacă sunt
     numere perfecte (numerele de la 2 până la n) */
  /* variabila j este contorul celui de al doilea for şi se
     foloseşte pentru a genera divizorii posibili ai
     numărului i (numerele de la 2 până la sqrt(i) */
  // variabila n reprezintă valoarea finală a contorului i
  /* variabila s se foloseşte pentru calcularea sumei
     divizorilor numărului j şi s-a iniţializat cu 1 deoarece
     toate numerele testate au acest divizor */
 cout<<"n="; cin>>n;
 for (i=2;i<=n;i++)
   {for (j=2,s=1;j<=sqrt(i);j++)
        if(i%j==0) s+=j+i/j;
    if (i==s) cout<<i<<"  "; }
}
```

În primul **for** se execută două instrucțiuni: o instrucțiune **for**, prin care se calculează suma divizorilor numărului *i*, şi o instrucțiune **if**, prin care se testează dacă suma divizorilor este egală cu numărul *i*. Cele două instrucțiuni au fost încapsulate într-o instrucțiune compusă. În al doilea **for** nu se execută decât o instrucțiune **if** care verifică dacă un număr *j* este divizor al lui *i*. Ambele instrucțiuni **if** au o ramură vidă. În fiecare instrucțiune **if** nu se execută decât o singură instrucțiune.

Pentru a vedea avantajele folosirii instrucțiuniii **for** în locul instrucțiunii **while** pentru structurile repetitive cu număr cunoscut de paşi, acelaşi algoritm a fost implementat şi cu instrucțiunea **while**.

Exemplul 6_a:

```
#include <iostream.h>
#include <math.h>
void main()
{int n,i=2,s,j;
 cout<<"n= "; cin>>n;
 while (i<=n)
   {
    j=2; s=1;
    //Iniţializările se fac înaintea instrucţiunii while
    while (j<=sqrt(i))
      {
       if(i%j==0) s+=j+i/j;
       j++;
       // Incrementarea contorului se face în corpul ciclului
      }
    if (i==s) cout<<i<<"  ";
```

```
    i++;
  }
}
```

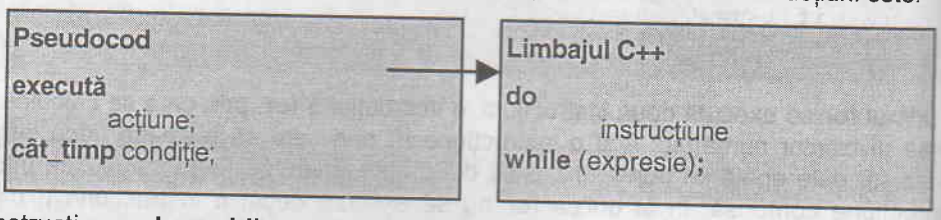
Observație. Variabila contor a instrucțiunii **for** poate avea orice tip numeric (**int**, **char**, **float** sau **double**):

Exemplul 7:

```
#include <iostream.h>
void main()
{for (char c='a';c<='z';c++) cout<<c<<"  ";
 //Afişează în ordine alfabetică literele mici.
 cout<<endl;
 for (float x=0.9;x>0;x-=0.1) cout<<x<<"  ";
//Afişează descrescător numerele reale cu o cifră zecimală.
}
```

4.6.5. Instrucțiunea do ... while

Instrucțiunea **do ... while** implementează structura repetitivă cu număr necunoscut de paşi condiționată posterior (**execută... cât timp**). Sintaxa acestei instrucțiuni este:

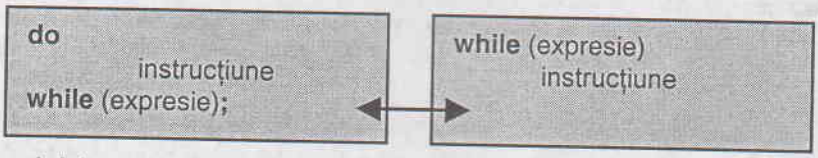


Instrucțiunea **do... while** se execută astfel:

Pas 1. Se execută **instrucțiune**.

Pas 2. Se evaluează **expresie**. Dacă rezultatul expresiei este diferit de 0 (corespunde valorii logice *True*), se revine la **Pasul 1**; altfel, se trece la execuția instrucțiunii care urmează instrucțiunii **do... while**.

Structurile repetitive cu număr necunoscut de paşi pot fi implementate atât cu instrucțiunea **while**, cât şi cu instrucțiunea **do... while**:



Exemplul 1:

```
/*Programul este echivalent cu programul de la Exemplul 3 al
  instrucțiunii while*/
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned longint n;
 int s=0;
 cout<<"numarul= "; cin>>n;
```

```
do
 {
   s+=n%10; n/=10;          // instrucţiunea compusă
 }
while (n);                  // expresia n condensează n!=0
cout<<"suma= "<<s;
}
```

Observaţie: Spre deosebire de instrucţiunea **while**, la instrucţiunea **do ... while**, **instrucţiune** se execută cel puţin o dată. Din această cauză, uneori puteţi să aveţi probleme la implementarea unui algoritm. Să considerăm următorul exemplu:

Exemplul 2:

```
/*Cerinţele algoritmului implementat cu acest program sunt
  cele de la Exemplul 2 al instrucţiunii while*/
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n=0;
 unsigned int c;
 cout<<"cifra= "; cin>>c;
 do
  {n=n*10+c;
   cout<<"cifra= "; cin>>c;}
 while (c>=0 && c<=9);
 cout<<"numarul= "<<n;
}
```

Pentru ca acest program să fie echivalent cu cel care a implementat acelaşi algoritm cu instrucţiunea **while**, trebuie să producă aceleaşi rezultate pentru acelaşi set de date de intrare. Să considerăm însă următorul caz: prima valoare care se citeşte pentru variabila *c* nu este o cifră (de exemplu, *11*). În cazul implementării cu instrucţiunea **while**, testarea făcându-se înainte de executarea instrucţiunii compuse, instrucţiunea compusă nu se execută, şi valoarea variabilei *n* este 0. În cazul instrucţiunii **do... while** mai întâi se execută instrucţiunea compusă şi după aceea se testează noua valoare citită pentru variabila *c* (care să presupunem că nu este o cifră). Valoarea afişată pentru *n* va fi 11. Corectarea acestui program se poate face în două moduri: fie executarea instrucţiunii **do ... while** nu afectează valoarea variabilei *n* atunci când prima valoare citită pentru *c* nu este o cifră (Exemplul 2_a), fie nu se execută instrucţiunea **do ... while** dacă prima valoare citită pentru *c* nu este o cifră (Exemplul 2_b):

Exemplul 2_a

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n=0;
 unsigned int c=0;
 do
  {n=n*10+c;
   cout<<"cifra= "; cin>>c;}
 while (c>=0 && c<=9);
 cout<<"numarul= "<<n;
}
```

Exemplul 2_b

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n=0;
 unsigned int c;
 cout<<"cifra= "; cin>>c;
 if (c>=0 && c<=9)
  do
   {n=n*10+c;
    cout<<"cifra= "; cin>>c;}
  while (c>=0 && c<=9);
 cout<<"numarul= "<<n;
}
```

Greşeli pe care le puteți face atunci când scrieți în program instrucțiunile de control şi care vor duce la apariția **erorilor de sintaxă** sau a avertismentelor la compilare:

1. Ați uitat să scrieți caracterul separator **;** la sfârşitul instrucțiunii **do... while**.
2. Ați uitat să scrieți caracterul **;** care separă cele trei expresii ale instrucțiunii **for**.
3. Ați uitat să delimitați între paranteze rotunde **()** expresia care se testează într-o instrucțiune de control.
4. Nu ați închis toate instrucțiunile compuse (parantezele **{ }** nu sunt perechi).
5. Ați folosit operatorul de atribuire (**=**) în locul operatorului relațional egal (**==**).

Greşeli pe care le puteți face atunci când scrieți în program instrucțiunile de control şi care vor duce la un **program care ciclează la infinit**:

1. Ați uitat să inițializați o variabilă a cărei valoare este folosită pentru contorizarea ciclului. Dacă nu inițializați variabila, ea va avea ca valoare inițială o **valoare reziduală**, şi, chiar dacă îi veți modifica valoarea în instrucțiune, este posibil ca ea să nu ajungă să aibă valoarea pentru terminarea ciclului.
2. În expresia prin care testați terminarea executării ciclului ați folosit operatorul de atribuire (**=**) în locul operatorului relațional egal (**==**). De exemplu, dacă scrieți **for** (i=1; i=n; i++) în loc de **for** (i=1; i==n; i++), dacă *n* are o valoare diferită de 0 (cazul cel mai probabil), prima instrucțiune **for** va cicla la infinit.
3. Ați uitat să scrieți instrucțiunea pentru acțiunea de modificare a procesului de control (cazurile cele mai frecvente sunt cele de actualizare a contorului prin incrementare sau decrementare sau cele de citire a unei variabile de memorie de a cărei valoare depinde terminarea execuției instrucțiunii repetitive).
4. Nu ați închis corect instrucțiunile compuse (parantezele **{ }** sunt perechi dar nu sunt scrise corect). Dacă nu închideți corect o instrucțiune compusă este posibil ca instrucțiunea corespunzătoare acțiunii de modificare din procesul de control să nu se mai execute în instrucțiunea repetitivă.
5. Nu ați scris în instrucțiunea **for** expresia **exp_2**.
6. Ați modificat într-o instrucțiune din corpul structurii repetitive cu număr cunoscut de pași, implementată cu instrucțiunea **for**, fie variabila folosită pentru contorizare, fie variabila folosită pentru valoarea finală (de exemplu, prin modificarea valorii finale, contorul nu mai reuşeşte să aibă valoarea acesteia sau, în cazul în care terminarea execuției instrucțiunii **for** este decisă de egalitatea dintre variabila contor şi o variabilă a cărei valoare nu se modifcă, este posibil ca, prin modificarea variabilei contor în corpul structurii, să depăşiți valoarea finală).
7. Ați scris incorect expresia prin care verificați terminarea unei structuri repetitive.

Greşeli pe care le puteți face atunci când scrieți în program instrucțiunile de control şi care vor duce la un **program care nu furnizează rezultatele dorite**:

1. Ați uitat să inițializați o variabilă de a cărei valoare depinde rezultatul final şi care se calculează printr-un proces iterativ.
2. Ați folosit operatorul de atribuire (=) în locul operatorului relațional egal (==). Această greşeală în expresia unei instrucțiuni **if** poate determina execuția instrucțiunii de pe cealaltă ramură şi nu a celei care a fost gândită în algoritm.
3. Ați uitat să scrieți o instrucțiune **break** într-o instrucțiune **switch**.
4. Nu ați închis corect instrucțiunile compuse (parantezele { } sunt perechi dar nu sunt scrise corect). Dacă nu închideți corect o instrucțiune compusă, este posibil ca instrucțiunea prin care obțineți iterativ rezultatul final să nu se mai execute în instrucțiunea repetitivă.
5. Ați scris separatorul ; după expresia instrucțiunii **for** sau **while** în cazul în care în structura repetitivă nu se execută instrucțiunea vidă (de exemplu **for** (i=1; i==n; i++); sau **while** (n!=0);).

Evaluare

Răspundeți:

1. Cu ce instrucțiuni de control puteți implementa o structură alternativă generalizată? Care dintre aceste instrucțiuni este mai adecvată implementării?
2. Ce instrucțiuni de control puteți folosi pentru a implementa structura repetitivă cu număr necunoscut de paşi?
3. Ce instrucțiune de control defineşte numai o structură repetitivă cu număr cunoscut de paşi?
4. Cu ce instrucțiuni de control puteți implementa o structură repetitivă cu număr cunoscut de paşi? Care dintre aceste instrucțiuni este mai adecvată implementării?
5. Ce cuvinte cheie se folosesc în instrucțiunile de control? Care este semnificația lor?
6. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afişeze un mesaj dacă variabila *a* are valoarea 10. Corectați greşeala.

```
int a;
cout<<"a= "; cin>>a;
if (a=10) cout<<"Mesaj";
```

7. Care este cea mai mare valoare pe care o poate avea variabila întreagă *a* pentru ca instrucțiunea **if** (a<8-3*a) **cout<<** "Mesaj"; să afişeze mesajul?
8. Scrieți instrucțiunea **switch** echivalentă cu următoarea instrucțiune **if**.

```
int n;
cout<<"n= "; cin>>n;
if (n%2==0) cout<<"Numar par"; else cout<<"Numar impar";
```

9. Se dă următoarea secvență de instrucțiuni. Scrieți secvența echivalentă: a) folosind o singură instrucțiune **if**; b) folosind o instrucțiune **switch**.

```
int x,y;
cout<<"x= "; cin>>x;
if (x==0) y=1; else
  if (x>=3&&x<=5) y=1; else
     if (x==2||x==6) y=0; else
        if (x==1) y=1; else if (x==7) y=0;
```

10. Se dă următoarea secvență de instrucțiuni. Scrieți secvența echivalentă folosind două instrucțiuni **if**.

```
int a,b,c,x;
cin>>a>>b>>c;
if (a>=b) if (a>=b) x=1; else x=2;
   else if (b>=c) if (a>=c) x=1; else x=3;
      else if (a>=b) x=2; else x=3;
```

11. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afișeze maximul dintre a și b. Corectați greșeala.

```
int a,b;
cout<<"a= "; cin>>a; cout<<"b= "; cin>>b;
if (a>b) cout<<a else cout<<b;
```

12. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afișeze modulul unui număr real x. Corectați greșeala.

```
float x;
cout<<"x= "; cin>>x;
if x<0 x=-x; cout<<x;
```

13. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afișeze valoarea variabilei *n* (putând lua valorile 1, 2 sau 3). Corectați greșelile.

```
int n;
cout<<"n= "; cin>>n;
switch (n)
 {case 3: cout<<"3";
  case 2: cout<<"2";
  case 1: cout<<"1";}
```

14. Următoarea instrucțiune trebuie să afișeze primele 10 numere naturale. Corectați greșelile.

```
for (int i=0;i<10;) cout<<i<<" ";
```

15. Următoarea instrucțiune trebuie să afișeze primele 10 numere naturale. Corectați greșeala.

```
for (int i=1;;i++) cout<<i<<" ";
```

16. Următoarea instrucțiune trebuie să afișeze primele 10 numere naturale. Corectați greșeala.

```
for (int i=1;i<=10;i++); cout<<i<<" ";
```

17. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afișeze primele 10 numere naturale. Corectați greșeala.

```
int i=1;
while (i<=10) cout<<i<<" ";
```

18. Următoarea instrucțiune trebuie să afișeze pe același rând de 10 ori cifra 5. Corectați greșeala.

```
for (int i=1;i<=10;i++) {i=5; cout<<i;}
```

19. Următoarea instrucțiune trebuie să afișeze pe același rând cifrele de la 0 la 9. Corectați greșelile.

```
for (int i=0;i<=10;i++); cout<<i;
```

20. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afișeze numerele impare mai mici decât 10. Corectați greșeala.

```
int i=1;
while (i=10) {cout<<i<<" "; i++; i++;}
```

21. Ce afișează următoarea secvență de instrucțiuni?

```
for (int i=5;i>0;i--); cout<<i;
```

22. Ce afișează următoarea secvență de instrucțiuni?

```
while (1); cout<<1;
```

23. Ce afișează următoarea secvență de instrucțiuni?

```
unsigned a;
int s=0;
while (s>=0) {cout<<"a= "; cin>>a; s+=a;} cout<<a;
```

24. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afișeze suma primelor *n* numere pare. Corectați greșelile.

```
for (int i=0,s=0;i<=n;i+=2) s+=i; cout<<s;
```

25. Următoarea secvență de instrucțiuni trebuie să afișeze suma numerelor pare mai mici decât *n*. Corectați greșeala.

```
int i=2,s=0;  do {i++,i++; s+=i;} while (i<=n); cout<<s;
```

26. Ce se afișează în urma execuției următoarei secvențe de instrucțiuni? Scrieți o secvență de instrucțiuni echivalentă care să implementeze mai eficient algoritmul.

```
for(i=1;i<=5;i+=2) {j=5; do j--; while (j>=i); cout<<j;}
```

27. Ce se afișează în urma execuției următoarei secvențe de instrucțiuni? Scrieți o secvență de instrucțiuni echivalentă care să implementeze mai eficient algoritmul.

```
for(i=10,j=0;i;) {--i,--i; j=i++; cout<<j;}
```

28. Ce se afișează în urma execuției următoarei secvențe de instrucțiuni?

```
for(i=10;i=0;i--) {--i,--i; cout<<i;}
```

29. Ce se afișează în urma execuției următoarei secvențe de instrucțiuni?

```
for(n=10,i=1;i=n;i++) --n,--n,n--; cout<<i;
```

30. Ce se afișează în urma execuției următoarei secvențe de instrucțiuni?

```
for(n=2;n<=9;n+=2); i=9; while (i<=n) n++,i++; cout<<i<<n;
```

Adevărat sau fals:

1. Selectorul instrucțiunii **switch** poate fi de tip **float**.
2. Orice instrucțiune **if** poate fi înlocuită cu o instrucțiune **switch**.
3. Instrucțiunea **switch** este un bloc de instrucțiuni **if** imbricate.
4. Următoarele instrucțiuni **if** și **switch** sunt echivalente pentru orice numere *a* și *b*:

```
if (a==b)
  cout<<"Egalitate";
 else
  cout<<"Inegalitate";
```

```
switch (a){
 case b:
    cout<<"Egalitate"; break;
 default cout<<"Inegalitate";}
```

5. Instrucțiunea **for** definește o structură repetitivă cu număr cunoscut de pași.
6. În orice program, dacă se înlocuiește o instrucțiune **while** cu instrucțiunea **do ... while** echivalentă, se obține un program echivalent.

7. În orice program, dacă se înlocuieşte o instrucţiune **for** cu instrucţiunea **while** echivalentă se obţine un program echivalent.

Alegeţi:

1. Următoarea secvenţă de instrucţiuni afişează:

```
unsigned a,b,c,x;
if (a>b) if (b>c) x=b; else x=c;
      else
         if (a>c) x=a; else x=c;
cout<<x;
```

a) min (max (a,c), max(b,c))
b) max (max (a,c), max(b,c))
c) max (min (a,c), min(b,c))
d) min (min (a,c), min(b,c))

2. Instrucţiunea **while** implementează:
   a) o structură repetitivă cu număr cunoscut de paşi;
   b) o structură alternativă generalizată;
   c) o structură repetitivă condiţionată anterior;
   d) o structură repetitivă condiţionată posterior.

3. Instrucţiunea **for** implementează:
   a) o structură repetitivă cu număr cunoscut de paşi;
   b) o structură alternativă generalizată;
   c) o structură repetitivă condiţionată anterior;
   d) o structură repetitivă condiţionată posterior.

4. Pentru implementarea structurii repetitive cu număr cunoscut de paşi nu puteţi folosi instrucţiunea:
   a) **for** b) **while** c) **do...while** d) **switch**

5. Care trebuie să fie valoarea iniţială a unei variabile întregi *i* pentru ca instrucţiunea **while** (i!=1) { i--,--i; **cout**<<11;} să afişeze 11111?
   a) ciclează la infinit b) 5 c) 7 d) nu există o valoare

6. Dacă *x* şi *i* sunt două variabile întregi, care dintre următoarele secvenţe de instrucţiuni afişează numărul *11*?
   a) x=7;
      for (i=1; i<4; i++, x++); **cout**<<x;
   b) x=1;
      while (x<=11) x++; **cout**<<x;
   c) x=1;
      for (i=1; i<=2; i++) **cout**<<x;
   d) x=1; i=2;
      while (i>0) { **cout**<<x; i--;}

7. Care dintre următoarele secvenţe de instrucţiuni atribuie variabilei întregi y valoarea cifrei celei mai semnificative a numărului natural reprezentat de variabila *x*?
   a) **for** (y=x; y; y /=10);
   b) y=x;
      while (y>=0) y /=10;
   c) **for** (y=x; y>10; y /=10);
   d) **while** (x>0) x /= 10;
      y=x;

8. Care dintre următoarele secvenţe de instrucţiuni atribuie variabilei întregi *x* valoarea n^2, cu *n* număr natural, iar variabila *i* de tip întreg?
   a) x=n;
      for (i=1; i==2; i++) x *= n;
   c) x=n;
      for (i=1; i< 2; i++); x *= n;

b) x=1; i=0;
while (i<2) x:= x * n; i++;

d) x= 1;
for (i=1; i<= 2; i++) x *= n;

9. Care dintre următoarele secvențe afișează cel mai mare număr natural care este mai mic sau egal cu valoarea variabilei reale pozitive *x*?
   a) n= 0;
   while (n<=x) n++; **cout**<<n-1;
   b) n= 0; **do** { n++} **while** (n<=x);
   cout<<n;
   c) n= 0; **do** {n=++} **while** (n<=x)
   cout<<n-1;
   d) **for** (n=1; n<=x; n++);
   cout<<n-1;
10. Care dintre următoarele secvențe de instrucțiuni atribuie variabilei întregi *x* valoarea 10^n, cu *n* număr natural și variabila *i* de tip întreg?
   a) x= 1;
   for (i=1; i< n; i++) x *= 10;
   b) x= 10;
   for (i=1; i<= n; i++) x *= 10;
   c) x=1; i=0;
   while (i<n) x*= 10; i++;
   d) x=1;
   for (i=1; i<= n; i++) x *= 10;

Rezolvați:

1. Se citește un număr care reprezintă luna din an (1 pentru ianuarie, 2 pentru februarie etc.). Afișați numărul lunii precedente și numărul lunii următoare.
2. Se citesc două numere de la tastatură, care reprezintă anul și luna. Afișați numărul de zile din luna respectivă (pentru luna februarie se va ține cont de an: dacă este bisect sau nu).
3. Se citesc mai multe cifre de la tastatură până când suma lor depășește valoarea 40. Afișați numărul de cifre introduse. Scrieți câte o variantă de program pentru fiecare structură repetitivă implementată în limbajul C++. Precizați expresiile și instrucțiunile folosite pentru cele trei acțiuni ale procesului de control.
4. Se citește un număr natural *n* și apoi un șir de n numere întregi. Afișați mediile aritmetice ale tripletelor de numere pozitive introduse consecutiv. Scrieți câte o variantă de program pentru fiecare structură repetitivă implementată în limbajul C++. Precizați expresiile și instrucțiunile folosite pentru cele trei acțiuni ale procesului de control.
5. Se citesc două numere de la tastatură, *a* și *b*. Afișați numărul de termeni ai șirului lui Fibonacci din intervalul [a,b]. Scrieți câte o variantă de program pentru fiecare structură repetitivă implementată în limbajul C++. Precizați expresiile și instrucțiunile folosite pentru cele trei acțiuni ale procesului de control.
6. Să se afișeze toate numerele de forma *abba* divizibile cu *n* (*n* se citește de la tastatură). Scrieți câte o variantă de program pentru fiecare structură repetitivă implementată în limbajul C++. Precizați expresiile și instrucțiunile folosite pentru cele trei acțiuni ale procesului de control.
7. Să se calculeze produsul *a*×*b* a două numere întregi, fără să se folosească operatorul pentru înmulțire (se folosește adunarea repetată a lui *a*, de *b* ori, și se ține cont de semnul numerelor).
8. Să se calculeze câtul și restul împărțirii a două numere întregi *a* și *b*, fără să se folosească operatorii / și % (se folosește scăderea repetată a lui *b* din *a* și se ține cont de semnul numerelor).

9. Să se afişeze cuburile perfecte mai mici decât un număr *n* citit de la tastatură.
10. Să se afişeze numărul pătratelor perfecte mai mici decât un număr *n* citit de la tastatură.
11. Se citeşte un număr natural *n* şi apoi un şir de n numere întregi. Afişaţi suma pe care o obţineţi adunând primul divizor prim din fiecare număr citit.
12. Se citeşte un număr natural *n* şi apoi un şir de n numere întregi. Afişaţi primul număr care are cei mai mulţi divizori.
13. Se citesc mai multe numere natu ale până se citeşte un număr negativ. Afişaţi ultimul număr care are cei mai puţini divizori primi.
14. Se citeşte un număr natural nenul care poate avea maxim 9 cifre. Afişaţi cifrele distincte ale numărului.
15. Se citeşte un număr natural nenul care poate avea maxim 9 cifre. Determinaţi dacă numărul are cifrele ordonate strict crescător sau strict descrescător.
16. Să se determine toate dubletele de numere întregi (x,y) care îndeplinesc condiţia $x^2+y^2 = r^2$, unde *r* se citeşte de la tastatură.
17. Să se determine toate dubletele de numere întregi (x,y) care îndeplinesc condiţia $x^2+y^2 < r^2$, unde *r* se citeşte de la tastatură.
18. Să se afişeze toate numerele de forma a^2+b^4, cu $1 \le a \le 10$ şi $1 \le b \le 10$.
19. Să se determine toate triunghiurile diferite care au lungimea laturilor numere naturale şi perimetrul *p* (*p* se citeşte de la tastatură).
20. Se consideră numărul $n=2a^2+3b^3$, *a* şi *b* fiind două numere naturale distincte cu $1 \le a \le 10$ şi $1 \le b \le 10$. Să se afişeze toate numerele *n* generate astfel, şi, pentru fiecare număr *n* generat, descompunerea lui în sumă de trei pătrate.
21. Să se determine toate dubletele de numere întregi (x,y) care îndeplinesc simultan condiţiile: $-a<x<a$ şi $-b<y<b$; *a* şi *b* se citesc de la tastatură.
22. Să se determine toate tripletele de numere naturale (x,y,z) care îndeplinesc condiţia $x^2+y^2+z^2=n$, unde *n* se citeşte de la tastatură.
23. Să se determine toate tripletele de numere naturale (x,y,z) care îndeplinesc simultan condiţiile $1 \le x \le y \le z \le n$ şi $x^2+y^2=z^2$; *n* se citeşte de la tastatură.
24. Să se determine toate cvadruplele de numere naturale (x,y,z,n) care îndeplinesc simultan condiţiile: $n>=3$, $1 \le x \le y \le z \le m$ şi $x^n+y^n=z^n$ unde *m* se citeşte de la tastatură.
25. Să se scrie toate modurile în care poate fi descompus un număr natural nenul în sumă de cuburi a două numere naturale. Dacă nu există nici un mod de descompunere, să se scrie mesajul "Imposibil".
26. Să se găsească cel mai mic număr natural nenul care poate fi descompus în sumă de cuburi a două numere naturale.
27. Să se găsească cel mai mic număr natural nenul care poate fi descompus în sumă de cuburi a două numere naturale, în cel puţin două moduri distincte.
28. Scrieţi un program care să afişeze de câte ori apare o cifră nenulă *c* în scrierea tuturor numerelor naturale mai mici sau egale cu un număr dat *n*. Cifra *c* şi valoarea lui *n* se citesc de la tastatură.

5. Implementarea structurilor de date

5.1. Structurile de date

Memoria internă a calculatorului este organizată ca un ansamblu de celule separate care au adrese consecutive. Într-o astfel de celulă sau într-un grup de celule adiacente, se poate memora o dată elementară. În acelaşi mod este organizată şi memoria externă: un ansamblu de locaţii de memorare numite sectoare, care au adrese consecutive.

În cadrul unei aplicaţii pot să apară multe date de acelaşi tip. De exemplu, o firmă vrea să prelucreze cu ajutorul calculatorului situaţia vânzărilor. Informaţia prelucrată va fi organizată logic într-un tabel în care fiecare produs reprezintă un rând şi fiecare zi dintr-o anumită perioadă (săptămână, lună, an etc.) reprezintă o coloană. Acest mod de organizare permite o analiză rapidă a informaţiei şi uşurează munca de obţinere a informaţiilor statistice (volumul vânzărilor dintr-o zi, volumul vânzărilor pentru un produs într-o anumită perioadă, cel mai bine vândut produs într-o anumită perioadă etc.). Organizarea logică a informaţiilor în exteriorul calculatorului trebuie să se regăsească şi în interiorul lui, în modul în care sunt organizate datele sub formă de colecţii de date care reprezintă informaţiile. Utilizatorul unei aplicaţii va gândi natural, fără să fie preocupat de modul în care sunt organizate efectiv datele în memoria calculatorului. Aşadar, colecţia de date sau structura de date reprezintă o metodă de aranjare a datelor care sunt dependente unele de altele în cadrul unei aplicaţii.

Studiu de caz

Scop: exemplificarea necesităţii folosirii unei structuri de date pentru rezolvarea unei probleme.

Enunţul problemei: *Să se calculeze mediile generale ale elevilor unei clase.*

Procesul de calculare a mediilor generale ale elevilor unei clase presupune ca, pentru fiecare elev, să se calculeze mediile anuale la fiecare disciplină şi apoi să se calculeze media generală pe an. Să presupunem că există 15 discipline. Procesul constă în executarea următorului algoritm:

Pasul 1. Pentru fiecare disciplină se adună cele două medii semestriale şi se împarte la 2 pentru a se obţine media anuală.

Pasul 2. Se adună toate mediile anuale şi rezultatul se împarte la numărul de discipline, adică 15, pentru a se obţine media generală.

Această secvență de operații se va executa repetat pentru fiecare elev din clasă. Datele necesare prelucrării sunt:

- ✓ **Informațiile de intrare** sunt mediile semestriale la fiecare disciplină ale elevilor din clasă. Înseamnă că pentru fiecare elev din clasă va trebui să existe un set de **date de intrare** format din mediile semestriale la fiecare disciplină (2×15=30 date de intrare).
- ✓ **Informația de ieşire** sunt mediile anuale la fiecare disciplină şi media generală a elevilor din clasă. Înseamnă că pentru fiecare elev din clasă va trebui să existe un set de **date de ieşire** format din mediile anuale la fiecare disciplină şi media generală (15+1=16 date de ieşire).

În total, pentru fiecare elev ar fi necesare 46 de date elementare. Dacă la acestea mai adăugăm cel puțin o dată elementară necesară pentru identificarea elevului şi în clasă sunt 25 de elevi, ar fi necesare 25×47=1175 de date elementare. Procesul de prelucrare a acestor date elementare presupune stabilirea a 1175 de triplete pentru descrierea lor, inclusiv definirea a 1175 de identificatori diferiți între ei. Într-un astfel de proces de prelucrare a datelor este mult mai convenabil ca datelor să li se asocieze un model de organizare sub forma unui tabel, în care fiecărui elev îi corespunde un rând al tabelului, iar fiecărei medii, o coloană. Programatorul va fi degrevat de modul în care vor fi aranjate toate aceste date în memoria internă şi de mecanismul de identificare a celor 1175 de date elementare. Prin acest model de organizare a datelor se construieşte de fapt o structură de date.

> **Structura de date** este o colecție de date între elementele căreia se defineşte un anumit tip de relație care determină metodele de localizare şi prelucrare a datelor.

Aşadar, structura de date este o metodă de aranjare a datelor care sunt dependente unele de altele în cadrul unei aplicații. Ea este o colecție de elemente pentru care s-a precizat:

- ✓ **tipul elementelor,**
- ✓ **proprietățile de organizare a elementelor,**
- ✓ **regulile de acces la elemente.**

Componentele unei structuri de date pot fi:

- ✓ **date elementare,**
- ✓ **structuri de date.**

O structură de date este o entitate de sine stătătoare. Ea **poate fi identificată printr-un nume**, iar componentele ei îşi mențin atributele. Fiecărei structuri de date îi este specific un anumit mecanism de identificare şi de selecție a componentelor colecției de date.

Componentele structurii de date pot fi identificate prin:

- ✓ identificatorul (numele) componentei, sau
- ✓ poziția pe care o ocupă componenta în cadrul structurii.

Structurile de date pot fi clasificate după diferite criterii:

1. în funcție de tipul componentelor structurii:
   - ✓ **structuri omogene** (componentele sunt de acelaşi tip),
   - ✓ **structuri neomogene** (componentele sunt de tipuri diferite);
2. în funcție de modul de localizare a componentelor structurii:
   - ✓ **structuri cu acces direct** (o componentă poate fi localizată fără să se țină cont de celelalte componente ale structurii),
   - ✓ **structuri cu acces secvențial** (o componentă poate fi localizată numai dacă se parcurg componentele care o preced în structură);
3. în funcție de tipul de memorie în care sunt create:
   - ✓ **structuri interne** (în memoria internă),
   - ✓ **structuri externe** (în memoria externă);
4. în funcție de timpul de utilizare:
   - ✓ **structuri de date temporare** (pot fi organizate atât în memoria internă, cât şi în cea externă),
   - ✓ **structuri de date permanente** (pot fi organizate numai în memoria externă);
5. în funcție de stabilitatea structurii:
   - ✓ **structuri dinamice** (în timpul existenței, în urma executării unor procese, îşi modifică numărul de componente şi relațiile dintre ele),
   - ✓ **structuri statice** (nu îşi modifică în timpul existenței numărul de componente şi relațiile dintre ele).

Asupra unei structuri de date se pot executa mai multe operații care pot afecta valorile componentelor structurii şi/sau structura de date:

1. **Crearea**, prin care se realizează structura de date în forma inițială, pe suportul de memorare utilizat.
2. **Consultarea**, prin care se realizează accesul la componentele structurii în vederea prelucrării valorilor acestora şi a extragerii de informații.
3. **Actualizarea**, prin care se schimbă starea structurii astfel încât ea să reflecte corect valoarea componentelor la un moment dat. Actualizarea se face prin trei operații: **adăugarea** unor noi componente, **ştergerea** unor componente şi **modificarea** valorii componentelor.
4. **Sortarea**, prin care se rearanjează componentele structurii în funcție de anumite criterii de ordonare aplicate valorilor componentelor.
5. **Copierea**, prin care se realizează o imagine identică a structurii, pe acelaşi suport sau pe suporturi diferite de memorare.
6. **Mutarea**, prin care se transferă structura, pe acelaşi suport, la o altă adresă, sau pe un suport de memorare diferit.
7. **Redenumirea**, prin care se schimbă numele structurii.
8. **Divizarea**, prin care se realizează două sau mai multe structuri dintr-o structură de bază.
9. **Reuniunea** (**concatenarea**), prin care se realizează o singură structură de date, prin combinarea a două sau mai multe structuri de date de acelaşi tip.
10. **Ştergerea**, prin care se distruge structura de date.

Implementarea unei structuri de date presupune:

- ✓ **Definirea structurii din punct de vedere logic**, adică definirea componentelor, a relației dintre componente și a operațiilor care pot acționa asupra structurii.
- ✓ **Definirea structurii din punct de vedere fizic**, adică a modului în care va fi reprezentată structura pe suportul de memorare.

Se pot folosi mai multe tipuri de structuri de date.

> **Tipul de structură de date** definește apartenența structurii de date la o anumită familie de structuri cărora le corespunde același mod de organizare logică, același model de reprezentare fizică și care pot fi supuse acelorași operații.

Dintre tipurile de structuri de date fac parte:

- ✓ **tablourile de memorie;**
- ✓ **fișierele.**

5.2. Tablourile de memorie

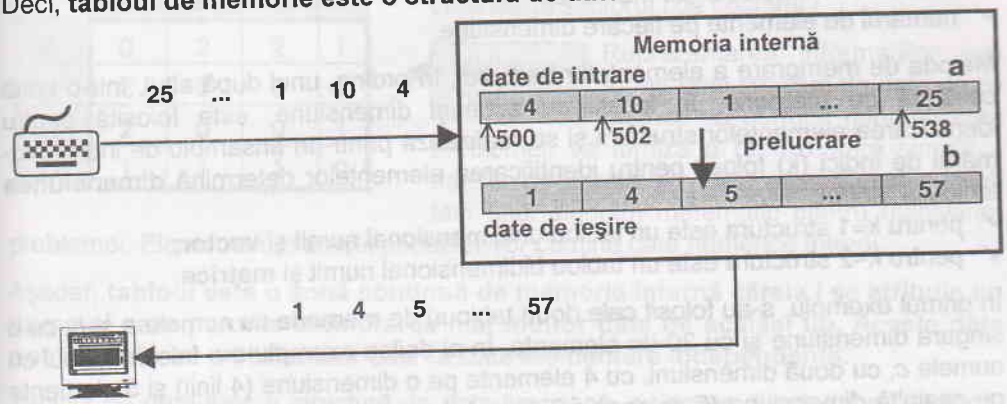
Să presupunem că o aplicație trebuie să ordoneze crescător un șir oarecare de 20 de numere. Cele 20 de numere sunt date de intrare și, la primul pas al algoritmului, vor fi introduse în memoria internă a calculatorului. La pasul următor numerele vor fi prelucrate și rearanjate conform criteriului de ordonare precizat, după care, la al treilea pas, vor fi furnizate utilizatorului sub formă de date de ieșire. În memoria internă ele vor fi înregistrate într-o structură de date de tip tablou de memorie.

> **Tabloul de memorie** (*array*) este o structură de date internă formată dintr-o mulțime ordonată de elemente, ordonarea făcându-se cu un ansamblu de indici.

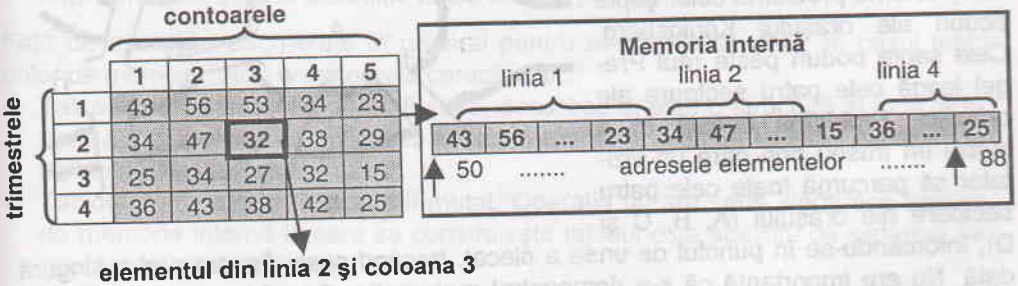
Tabloul de memorie se va identifica după un nume (*a*), iar fiecare element al său după numele tabloului și numărul de ordine. În cazul exemplului prezentat, cele 20 de numere se vor păstra într-o zonă continuă de memorie internă, care va conține 20 de celule de memorare. Presupunând că datele elementare care compun structura sunt de tip **int** și ocupă fiecare dintre ele câte doi octeți, înseamnă că întreaga structură va ocupa 40 de octeți. În loc să se atribuie datelor 20 de nume, se va atribui un singur nume întregii structuri, iar fiecare dată se va regăsi, în cadrul structurii, după numărul de ordine. Presupunând că adresa de la care începe structura de date este 500, aceasta reprezintă adresa primului element, adresa ultimului element fiind 538. După prelucrarea datelor de intrare prin procesul de sortare, se va obține un nou tablou de memorie (*b*) care conține datele de ieșire.

Fiecare element al structurii de date se identifică după numele tabloului și poziția din tablou. Astfel, elementul a_3 este al treilea element din tabloul *a*, iar data memorată are valoarea 1. Elementul b_2 este al doilea element din tabloul *b*, iar data memorată are valoarea 4. Se observă că, de la început, trebuie să se precizeze câte elemente va

conține structura de date pentru ca sistemul să-i aloce zona de memorie corespunzătoare. În exemplu, se va preciza că cele două tablouri de memorie vor avea fiecare câte 20 de elemente de tip întreg pe 2 octeți, iar sistemul le va aloca fiecăruia dintre ele o zonă de memorie de 40 de octeți, așa cum alocă zonă de memorie internă și datelor elementare în funcție de tipul lor. Rezultă că, în timpul prelucrării, structura de date de tip tablou nu permite modificarea lungimii structurii, deoarece prin adăugarea de noi elemente se iese din spațiul de memorare alocat. Deci, **tabloul de memorie este o structură de date statică.**



Să considerăm o altă aplicație. Sunt cinci contoare pentru enegia electrică, ce se citesc trimestrial, și se înregistrează într-un tabel consumul trimestrial (în mii de kWh). Tabelul va avea 4 linii, corespunzătoare celor 4 trimestre, și 5 coloane, corespunzător celor cinci contoare. Aceste date de intrare pot fi prelucrate prin diferite procese, obținându-se informații despre: media consumului trimestrial pe un singur contor sau pe toate contoarele, cel mai mare consum trimestrial, cel mai mic consum trimestrial, contorul cu cel mai mic consum etc. În vederea prelucrării, datele de intrare vor fi organizate într-o structură de date de tip tablou bidimensional cu patru linii și cinci coloane, cu numele *c*. Identificarea unui element din tablou se va face de data aceasta nu printr-un număr de ordine, ci prin numărul liniei și numărul coloanei. Astfel, elementul $c_{2,3}$ este elementul din linia 2 și coloana 3 și, în exemplul nostru, are valoarea 32.



Memoria internă nu are o structură matriceală. Ea este formată din locații de memorare care au adrese consecutive. Din această cauză, structura dreptunghiulară a

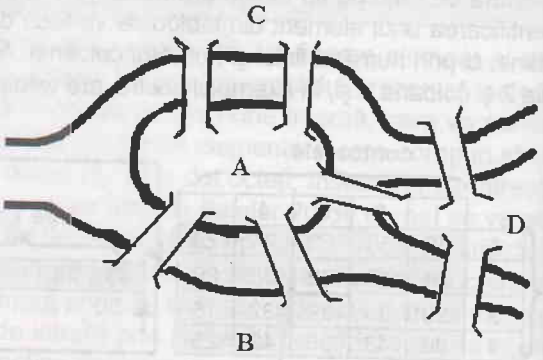
tabelului trebuie simulată. Spațiul de memorare alocat tabelului va fi o zonă continuă, de 40 de octeți, în care se vor memora datele din tabel, linie cu linie.

Numărul de ordine **m** al elementului din linia **i** şi coloana **j** dintr-un tablou cu **n** coloane este: $m = n \times (i-1)+j$

La definirea unui tablou de memorie trebuie specificate:
- ✓ numele tabloului de memorie,
- ✓ dimensiunea tabloului de memorie,
- ✓ numărul de elemente pe fiecare dimensiune.

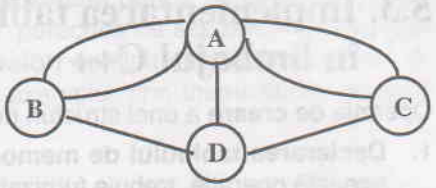
Metoda de memorare a elementelor tabloului, în ordine, unul după altul, într-o zonă continuă de memorie, în locații cu aceeaşi dimensiune, este folosită pentru identificarea elementelor structurii şi se realizează printr-un ansamblu de indici. Numărul de indici (k) folosit pentru identificarea elementelor determină **dimensiunea** tabloului. Astfel:
- ✓ pentru k=1 structura este un tablou unidimensional numit şi **vector**;
- ✓ pentru k=2 structura este un tablou bidimensional numit şi **matrice**.

În primul exemplu, s-au folosit cele două tablouri de memorie cu numele *a* şi *b*, cu o singură dimensiune şi cu 20 de elemente. În al doilea exemplu s-a folosit tabloul cu numele *c*, cu două dimensiuni, cu 4 elemente pe o dimensiune (4 linii) şi 5 elemente pe cealaltă dimensiune (5 coloane). Şi în cel de al doilea caz, tabloul are tot 20 de elemente. Chiar dacă, din punct de vedere al memoriei interne, spațiul de memorare alocat este tot sub forma unui bloc continuu de 40 de octeți, cele două tipuri de tablouri (cu o dimensiune sau cu două dimensiuni) diferă între ele prin modul în care pot fi identificate elementele structurii. Identificarea unui element al tabloului se face prin numele tabloului şi valorile indicilor după toate dimensiunile. De exemplu, a_6 înseamnă elementul 6 din tabloul *a*, iar $c_{2,4}$ înseamnă elementul de pe linia 2 şi coloana 4 din tabloul *c*.



Tablourile de memorie se pot folosi pentru a crea colecții de date care vor fi prelucrate de algoritmi. Să considerăm o problemă clasică, şi anume problema celor şapte poduri ale oraşului Königsberg. Cele şapte poduri peste râul Pregel leagă cele patru sectoare ale oraşului. Problema constă în a stabili un traseu prin care un vizitator să parcurgă toate cele patru sectoare ale oraşului (A, B, C şi D), întorcându-se în punctul de unde a plecat, trecând peste fiecare pod o singură dată. Nu are importanță că s-a demonstrat matematic că problema nu are soluții. Ceea ce ne interesează este modul în care pot fi furnizate aceste date agoritmului prin care trebuie să se găsească soluția traseului. Modul în care podurile leagă cele patru sectoare ale oraşului poate fi reprezentat prin următoarea diagramă:

Această informație, prezentată acum sub formă de diagramă, poate fi reprezentată în memoria internă sub forma unui tablou bidimensional *R*, numit *matricea podurilor*. El are patru linii și patru coloane, care corespund celor patru sectoare ale orașului. Elementul *R(i,j)* al matricei va conține numărul de poduri care leagă sectorul *i* de sectorul *j*.



	A	B	C	D
A	0	2	2	1
B	2	0	0	1
C	2	0	0	1
D	1	1	1	0

Matricea podurilor

Reprezentarea informațiilor sub forma unei structuri de date de tip matrice va permite generalizarea *problemei, va furniza o reprezentare simplă a datelor de intrare și va da posibilitatea dezvoltării unui algoritm matematic pentru rezolvarea* problemei. Elementele matricei podurilor vor conține date numerice întregi.

Așadar, **tabloul este o zonă continuă de memorie internă căreia i se atribuie un nume și care permite memorarea mai multor date de același tip. Aceste date pot fi tratate ca un tot unitar sau ca date elementare independente.**

Tabloul de date este o structură de date omogenă, cu acces direct, internă, temporară, statică și liniară.

Așadar, implementarea unui tabel de memorie se face:

- ✓ **Din punct de vedere logic**. Tabloul de memorie este o structură de date omogenă, cu elemente de același tip. Este o structură liniară în care fiecare element, cu excepția ultimului element, are un succesor unic, localizarea unui element în cadrul structurii făcându-se cu ajutorul unui sistem de indici.
- ✓ **Din punct de vedere fizic**. Tabloului de memorie i se alocă o zonă continuă de memorie, de dimensiune fixă, care este împărțită în locații de aceeași dimensiune. În fiecare locație se memorează un element al tabloului. Dimensiunea unei locații este dată de tipul de dată memorată. Localizarea unui element al tabloului se face prin calcularea adresei elementului față de un element de referință care este adresa tabloului, adică adresa primului element.

Față de operațiile enumerate în general pentru structurile de date, în cazul tablourilor de memorie apar următoarele caracteristici:

- ✓ Tabloul de memorie nu poate fi șters, deoarece el este o structură statică temporară. La terminarea aplicației, zona de memorie alocată lui este eliberată și atribuită altei aplicații.
- ✓ Tabloul de memorie nu poate fi mutat. Operația nu are sens, deoarece adresa de memorie internă la care se construiește tabloul este stabilită de sistemul de operare, și nu de utilizator.
- ✓ Nu există operația de redenumire.

5.3. Implementarea tablourilor de memorie în limbajul C++

Operația de **creare** a unei structuri de date de tip tablou de memorie presupune:

1. **Declararea tabloului de memorie** pentru a i se aloca spațiu de memorie. Prin această operație, trebuie furnizate următoarele informații:
   - ✓ numele tabloului care va fi folosit în expresii pentru a-l identifica;
   - ✓ tipul elementelor tabloului;
   - ✓ dimensiunea tabloului pentru a preciza numărul de indici folosiți pentru localizarea elementelor;
   - ✓ numărul de elemente ale tabloului pentru a se cunoaşte spațiul de memorie care trebuie alocat tabelului.
2. **Atribuirea de valori elementelor** tabloului, care se poate face prin mai multe metode:
   - ✓ prin inițializarea tabloului de memorie, la declararea lui;
   - ✓ prin introducerea valorilor de la tastatură;
   - ✓ prin preluarea valorilor dintr-o altă structură de date;
   - ✓ prin generarea valorilor folosind un algoritm de calcul al lor.

5.3.1. Tabloul cu o singură dimensiune – vectorul

Declararea unui tablou de memorie de tip vector (cu o singură dimensiune) se face prin instrucțiunea:

```
tip_dată nume [nr_elemente];
```

unde **tip_dată** precizează tipul elementelor vectorului, **nume** este identificatorul vectorului, iar **nr_elemente** este o constantă întreagă care specifică numărul de elemente ale vectorului. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
int a[20];
float b[10];
char c[30];
```

se declară trei vectori: *a* cu 20 de elemente, de tip **int**, *b* cu 10 elemente, de tip **float** şi *c* cu 30 de elemente, de tip **char**.

Observație: Deoarece **nr_elemente** este o constantă întreagă, precizarea valorii sale se poate face fie printr-o constantă literală, fie printr-o constantă simbolică. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
const int DIM=50;
int a[DIM];
```

se declară un vector *a* cu 50 de elemente de tip **int**. Avantajul folosirii constantei simbolice este acela că aveți mecanismul prin care să folosiți în program informația despre numărul de elemente ale vectorului.

La declararea unui vector se pot atribui valori inițiale elementelor, cu instrucțiunea:

```
tip_dată nume [nr_elemente] = {listă_valori};
```

unde caracterul separator = este folosit pentru a separa partea de declarare a vectorului de partea de inițializare a elementelor lui, perechea de separatori {...} se folosește pentru a delimita **listă_valori**, iar **listă_valori** conține valorile inițiale ale elementelor, separate prin caracterul virgulă. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
int  a[5] = {10,20,30,40,50};
float b[4] = {0.1, 0.2, 0.3, 0.4};
```

se declară doi vectori cu valori inițiale pentru elemente:

a cu 5 elemente de tip **int**

	10	20	30	40	50
indici	0	1	2	3	4

b cu 4 elemente de tip **float**

	0.1	0.2	0.3	0.4
indici	0	1	2	3

În cazul declarării unui vector inițializat, se poate omite numărul de elemente al vectorului, dacă se inițializează toate elementele. Compilatorul va considera că vectorul are atâtea elemente, câte valori sunt în lista de valori. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
int  a[ ] = {10,20,30,40,50};
float b[ ] = {0.1, 0.2, 0.3, 0.4};
```

se declară doi vectori: *a* cu 5 elemente, de tip **int** și *b* cu 4 elemente, de tip **float**.

Dacă lista de valori conține mai puține valori decât elementele vectorului, restul elementelor vor fi inițializate cu valoarea 0. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
int  a[5] = {10,20};
float b[4] = {0.1, 0.2, 0.3};
```

se declară doi vectori, cu valori inițiale pentru elemente:

a cu 5 elemente de tip **int**

	10	20	0	0	0
indici	0	1	2	3	4

b cu 4 elemente de tip **float**

	0.1	0.2	0.3	0
indici	0	1	2	3

Inițializarea unui vector de caractere se poate face fie prin atribuirea unei constante de tip caracter fiecărui element, fie prin atribuirea unei constante de tip șir de caractere, vectorului. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
char c[5] = {'a', 'b', 'c', 'd', '\0'};
char d[5] = "abcd";
```

se declară doi vectori de caractere care au aceleași valori inițiale pentru elemente:

c cu 5 elemente de tip **char**

	a	b	c	d	nul
indici	0	1	2	3	4

c cu 5 elemente de tip **char**

	a	b	c	d	nul
indici	0	1	2	3	4

Caracterul **null** (caracterul care are codul ASCII 0: '\0') este folosit ca un terminator al șirului de caractere și este utilizat pentru a ușura prelucrarea vectorilor cu șiruri de caractere. Și în cazul vectorilor de caractere este posibil să nu se declare nu-

mărul de elemente ale vectorului, dacă se inițializează toate elementele vectorului. Instrucțiunile declarative:

```
char c[ ] = {'a', 'b', 'c', 'd', '\0'};
char d[ ] = "abcd";
```

sunt echivalente cu cele anterioare.

Datele memorate în vector vor putea fi folosite pentru a fi prelucrate. Pentru prelucrare, se vor construi expresii în care elementele vectorului vor fi operanzi. **Referirea la un element al vectorului** se face prin construcția:

```
nume [indice]
```

unde **nume** este numele vectorului, **indice** este numărul de ordine al elementului în cadrul vectorului, iar perechea de operatori **[...]** se foloseşte pentru a calcula adresa elementului față de un element de referință care este adresa vectorului. Prioritatea operatorilor **[...]** este prioritatea maximă (la fel ca şi a funcțiilor).

Deoarece adresa vectorului este şi adresa primului element, iar indicele reprezintă deplasarea elementului față de adresa vectorului, în limbajul C++ numerotarea indicilor se face pornind de la *0*, şi ***0<=indice<n***, unde *n* reprezintă numărul de elemente ale vectorului, precizate la declararea lui.

De exemplu, a[3] reprezintă al patrulea element din vectorul *a* şi are valoarea 40, iar b[2] reprezintă al treilea element din vectorul *b* şi are valoarea 0.3.

5.3.2. Tabloul cu două dimensiuni – matricea

Declararea unui tablou de memorie de tip matrice (cu două dimensiuni) se face prin instrucțiunea:

```
tip_dată nume [nr_1] [nr_2];
```

unde **tip_dată** precizează tipul elementelor matricei, **nume** este identificatorul matricei, iar **nr_1** şi **nr_2** sunt două constante întregi care specifică numărul de elemente ale matricei pentru fiecare dimensiune: **nr_1** – numărul de linii, iar **nr_2** – numărul de coloane. De exemplu, prin instrucțiunile declarative:

```
int a[2] [4];
float b[3] [5];
```

se declară două matrice: *a* cu 8 elemente de tip **int**, care are 2 linii şi 4 coloane, şi *b*, cu 15 elemente de tip **float**, care are 3 linii şi 5 coloane.

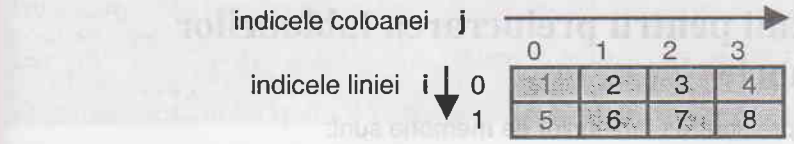
Şi la declararea unei matrice se pot atribui valori inițiale elementelor, cu instrucțiunea:

```
tip_dată nume [nr_1] [nr_2] = {listă_valori};
```

unde valorile din listă se vor atribui elementelor ținând cont de faptul că memorarea lor în zona alocată matricei se face linie după linie. De exemplu, prin instrucțiunea declarativă:

```
int a[2] [4] = {1,2,3,4,5,6,7,8}; sau
int a[2] [4] = {{1,2,3,4},{5,6,7,8}};
```

se declară o matrice cu valori inițiale, pentru elemente:



Pentru prelucrarea datelor memorate într-o matrice, **referirea la un element al matricei** se face prin construcția:

nume [indice_1] [indice_2]

unde **nume** este numele matricei, **indice_1** este numărul de ordine al liniei, iar **indice_1** este numărul de ordine al coloanei.

Deoarece adresa matricei este şi adresa primului element, iar indicii reprezintă deplasarea elementului față de adresa matricei, numerotarea indicilor se face pornind de la *0*, iar ***0<=indice_1<n*** şi ***0<=indice_2<m***, unde *n* reprezintă numărul de linii şi *m* numărul de coloane ale matricei, precizate la declararea ei. De exemplu, a[1] [2] reprezintă elementul din linia a 2-a şi coloana a 3-a din matricea *a*, şi are valoarea 7.

Tabloul de memorie fiind o structură de date statică, la declarare lui i se alocă o zonă fixă de memorie. **Lungimea tablo ului de memorie** reprezintă **numărul de elemente** ale tabloului. La declararea tabloului este posibil să nu se cunoască numărul de elemente care vor fi prelucrate la fiecare execuție a programului. În prelucrarea tabloului de memorie se folosesc două lungimi:

- ✓ **Lungimea fizică**. Reprezintă numărul de elemente stabilit la declararea tabloului. Este numărul maxim de elemente care pot fi stocate în spațiul de memorie rezervat tabloului.
- ✓ **Lungimea logică**. Reprezintă numărul de elemente care vor fi prelucrate la execuția programului. Este mai mic sau cel mult egal cu lungimea fizică (numărul maxim de elemente). Lungimea logică se comunică în timpul execuției programului, de la tastatură. Ea reprezintă numărul de elemente ale vectorului, respectiv numărul de linii şi numărul de coloane ale matricei.

Pentru a verifica dacă lungimea logică a vectorului (*n*) citită de la tastatură este mai mică sau egală cu lungimea fizică, puteți folosi următoarea secvență de instrucțiuni:

```
const int DIM=50; // se declară constanta numerică DIM
int i,n,a[DIM];
// se declară variabilele i pentru indicele elementului,
// n pentru lungimea logică a vectorului şi a pentru un
// vector cu lungimea fizică de 50 de elemente
cout<<"n= "; cin>>n;
// se citeşte lungimea logică a vectorului
while (n>DIM)
 {cout<<"Lungimea maximă a vectorului este "<<DIM<<endl;
 cout<<"Introduceti corect lungimea vectorului<<endl;
 cout<<"n= "; cin>>n;}
```

5.4. Algoritmi pentru prelucrarea tablourilor de memorie

Algoritmii pentru prelucrarea tablourilor de memorie sunt:

- ✓ **algoritmi pentru parcurgerea elementelor tabloului de memorie,**
- ✓ **algoritmi pentru căutarea unui element în tabloul de memorie,**
- ✓ **algoritmul pentru ştergerea unui element dintr-un vector,**
- ✓ **algoritmul pentru inserarea unui element într-un vector,**
- ✓ **algoritmul pentru sortarea elementelor unui vector,**
- ✓ **algoritmul pentru interclasarea a doi vectori sortaţi.**

5.4.1. Algoritmi pentru parcurgerea elementelor tabloului de memorie

Parcurgerea elementelor unui tablou de memorie înseamnă vizitarea pe rând a elementelor tabloului, în vederea executării unor prelucrări cu elementele tabloului:

- ✓ atribuirea de valori elementelor,
- ✓ preluarea valorii elementelor în vederea executării unor calcule necesare pentru rezolvarea problemei,
- ✓ afişarea valorii elementelor.

Parcurgerea elementelor tabloului se face secvenţial, în ordinea indicilor. Ea se poate face de la primul element până la ultimul element, sau invers, de la ultimul element până la primul element. Parcurgerea elementelor tabloului este un proces repetitiv. Instrucţiunea cea mai adecvată pentru implementarea acestui algoritm este instrucţiunea **for**.

Algoritmi pentru parcurgerea elementelor unui vector

Parcurgerea unui vector se poate face:

- ✓ de la primul element până la ultimul element, sau
- ✓ de la ultimul element până la primul element.

Secvenţa de instrucţiuni pentru **parcurgerea elementelor unui vector** de la primul element la ultimul element este:

```
int i,n,a[10];
// se declară variabilele i pentru indicele elementului,
// n pentru lungimea logică a vectorului şi a pentru un
// vector cu lungimea fizică de 10 elemente
cout<<"n= "; cin>>n;
// se citeşte lungimea logică a vectorului
for (i=0;i<n;i++) // se parcurg elementele vectorului
      .....;
// instrucţiunea pentru prelucrarea elementului a[i]
```

Secvenţa de instrucţiuni pentru **parcurgerea elementelor unui vector** de la ultimul element la primul element este:

```
int i,n,a[10];
cout<<"n= "; cin>>n;
for (i=n-1;i>=0;i--) // se parcurg elementele vectorului
        .....;
// instrucțiunea pentru prelucrarea elementului a[i]
```

Algoritmi pentru parcurgerea elementelor unei matrice

Parcurgerea unei matrice se poate face:
- ✓ de la primul element până la ultimul element, sau
- ✓ de la ultimul element până la primul element.

Secvența de instrucțiuni pentru **parcurgerea elementelor unei matrice** de la primul element la ultimul element este:

```
int i,j,n,m,a[10][10];
// se declară variabilele i și j pentru indicele elementului,
// i - numărul liniei și j - numărul coloanei
// n și m pentru lungimea logică a matricei (n - numărul de
// linii și m - numărul de coloane) și a pentru o matrice cu
// lungimea fizică de 10 linii și 10 coloane.
cout<<"n= "; cin>>n;
// se citește numărul de linii ale matricei
cout<<"m= "; cin>>m;
// se citește numărul de coloane ale matricei
for (i=0;i<n;i++) // se parcurg liniile matricei
  for (j=0;j<m;j++)
   //se parcurg coloanele matricei de pe o linie
       .....;
// instrucțiunea pentru prelucrarea elementului a[i][j]
```

Secvența de instrucțiuni pentru **parcurgerea elementelor unei matrice** de la ultimul element la primul element este:

```
int i,j,n,m,a[10]10];
cout<<"n= "; cin>>n; cout<<"m= "; cin>>m;
for (i=n-1;i>=0;i--) // se parcurg liniile matricei
  for (j=m-1;j>=0;j--)
     // se parcurg coloanele matricei de pe o linie
       .....;
// instrucțiunea pentru prelucrarea elementului a[i][j]
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care se aplică algoritmii pentru parcurgerea tablourilor de memorie.

Enunțul problemei 1: *Se citesc de la tastatură cel mult 10 numere întregi. Să se calculeze media aritmetică a numerelor strict pozitive. Pentru memorarea numerelor se va folosi o structură de date de tip vector.*

Algoritmul de parcurgere se va folosi de două ori: o dată pentru a atribui elementelor valorile care se citesc de la tastatură (operația de **creare a vectorului**) și o dată

pentru calcularea sumei numerelor strict pozitive şi numărarea lor (operaţia de **consultare a vectorului**). Parcurgerea vectorului se va face de la primul element până la ultimul element.

Exemplul 1

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,s,k,a[20];
 // variabila s se foloseşte pentru suma numerelor strict
 // pozitive, iar variabila k se foloseşte pentru numărarea
 // elementelor strict pozitive
 cout<<"n= "; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) // se parcurge vectorul pentru creare
   // instrucţiunea pentru prelucrarea elementului a[i]
  {cout<<"a["<<i+1<<"]= ";
   // se afişează numărul de ordine al elementului, care este
   // cu 1 mai mare decât indicele
   cin>>a[i];}
 for (i=0;i<n;i++) // se parcurge vectorul pentru consultare
   // instrucţiunea pentru prelucrarea elementului a[i]
   if (a[i]>0){s+=a[i]; k++;}
 // dacă s-a găsit cel puţin un element strict pozitiv
 // se calculează media şi se afişează
 if (k>0) cout<<"media= "<<(float)s/k;
}
```

Această problemă se poate rezolva şi fără să se folosească un vector, folosind o singură variabilă de memorie pentru numerele citite. Folosirea în acest caz a vectorului ca metodă de stocare a datelor de intrare nici nu se recomandă. Această implementare a algoritmului nu este eficientă, deoarece se face risipă de o resursă a calculatorului: memoria internă. Exemplul următor necesită însă folosirea vectorilor.

Enunţul problemei 2: *Se introduc de la tastatură cel mult 100 de numere întregi. Să se afişeze în ordine inversă numerele citite.*

Algoritmul de parcurgere se va folosi de două ori: o dată pentru a atribui elementelor valorile care se citesc de la tastatură (operaţia de **creare a vectorului**) şi o dată pentru afişarea elementelor vectorului *a* (operaţia de **consultare a vectorului**). La crearea vectorului, parcurgerea se va face de la primul element până la ultimul element, iar la consultare de la ultimul element până la primul element.

Exemplul 2

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,a[100];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) // se parcurge vectorul pentru creare
    {cout<<"a["<<i+1<<"]= ";   cin>>a[i];}
 for (i=n-1;i>=0;i--) // se parcurge vectorul pentru consultare
     cout<<a[i]<<"  ";
}
```

Enunțul problemei 3: *Se introduc de la tastatură cel mult 100 de numere întregi. Să se afișeze valoarea cea mai mică și numărul de ordine al elementelor care au valoarea minimă.*

Pentru memorarea numerelor se va folosi un vector *a* cu lungimea fizică de 100 de elemente, iar pentru memorarea numărului de ordine al elementelor cu valoarea minimă se va folosi un vector *b*. Primul element al vectorului *b* se va folosi pentru memorarea minimului. Vectorul *b* va avea lungimea fizică de 101 elemente, deoarece este posibil ca toate elementele vectorului *a* să aibă valoarea minimă. Vectorul *b* se creează folosindu-se un algoritm de calcul (se atribuie valori rezultate în urma unui proces de analiză a elementului curent din vectorul *a*). Algoritmul de parcurgere se va folosi de trei ori: o dată pentru a atribui elementelor vectorului *a* valorile care se citesc de la tastatură (operația de **creare a vectorului** *a*), o dată pentru determinarea minimului și a pozițiilor în care se găsește (operația de **consultare a vectorului** *a* și de **creare a vectorului** *b*) și o dată pentru afișarea pozițiilor elementelor cu valoarea minimă din vectorul *a* (operația de **consultare a vectorului** *b*).

Exemplul 3

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j,n,a[100],b[101];
 // variabila i se foloseşte pentru parcurgerea vectorilor
 // variabila j se foloseşte pentru indicele vectorului b
 // atunci când se memorează în vector poziţiile
 cout<<"n= "; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= "; cin>>a[i];}
 b[0]=a[0];j=1;b[1]=1;
  // se iniţializează minimul cu valoarea primului element
  // din vectorul a şi se memorează în vectorul b poziţia
  // acestui element
 for (i=1;i<n;i++)
  if (a[i]<b[0]) //dacă elementul curent este mai mic decât
                 // valoarea minimă
       {b[0]=a[i]; j=1; b[j]=i+1;}
        // se atribuie minimului noua valoare şi
        // se iniţializează cu 1 indicele vectorului b
        // se atribuie elementului b[1] poziţia minimului
     else if (a[i]==b[0]) //dacă elementul curent este egal
                          //cu valoarea minimă
            {j++; b[j]=i+1;}
             //se incrementează indicele vectorului b cu 1
             // se atribuie elementului b[j] poziţia minimului
 cout<<"minim= "<<b[0]<<endl;      // se afişează minimul
 cout<<"si s-a gasit in pozitiile:"<<endl;
 for (i=1;i<=j;i++)
      cout<<b[i]<<"  ";
  // se parcurge vectorul b pentru a afişa poziţiile minimului
}
```

Enunțul problemei 4: *Se introduc de la tastatură cel mult 100 de numere întregi. Să se afișeze mai întâi numerele pare și apoi numerele impare.*

Se vor folosi trei vectori: *a* pentru numerele citite, *b* pentru numerele pare şi *c* pentru numerele impare. Toţi vectorii vor avea lungimea fizică de 100 de elemente, deoarece este posibil ca toate numerele citite să fie numai pare sau numai impare. Se vor folosi pentru indicii vectorilor variabilele: *i* pentru vectorul *a*, *j* pentru vectorul *b* şi *k* pentru vectorul *c*. Indicii *j* şi *k* se iniţializează cu 0. Ei au şi funcţia de contor (de a număra câte numere sunt pare şi câte numere sunt impare). Vectorii *b* şi *c* se creează prin preluarea valorilor dintr-un alt vector.

Exemplul 4

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j=0,k=0,n,a[100],b[100],c[100];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= ";   cin>>a[i];}
 for (i=0;i<n;i++)
   if (a[i]%2==0) {b[j]=a[i]; j++;}
             else {c[k]=a[i]; k++;}
 if (j)
      {cout<<"Numerele pare sunt:"<<endl;
       for (i=0;i<j;i++) cout<<b[i]<<"  ";}
  else cout<<"Nu exista numere pare"<<endl;
 if (k)
      {cout<<"Numerele impare sunt:"<<endl;
       for (i=0;i<k;i++) cout<<c[k]<<"  ";}
  else cout<<"Nu exista numere impare"<<endl;
}
```

Enunţul problemei 5: *Să se **copieze** vectorul a în vectorul b.*

Pentru copierea unui vector, ca de exemplu **copierea vectorului** *a* în vectorul *b*, nu se poate folosi operaţia de atribuire **b=a**. Copierea se va face prin parcurgerea simultană a vectorilor *a* şi *b*, folosind acelaşi indice *i*, şi atribuirea elementului curent, din vectorul *b*, a valorii elementului curent din vectorul *a*.

Exemplul 5

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,a[100],b[100];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= "; cin>>a[i];}
 for (i=0;i<n;i++) b[i]= a[i];
 for (i=0;i<n;i++) cout<<b[i]<<"  ";
}
```

Enunţul problemei 6: *Să se divizeze vectorul a (cu n elemente), în doi vectori, b şi c. Primele m elemente din vectorul a se vor regăsi în vectorul b.*

Exemplul 6

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,m,a[100],b[100],c[100];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 cout<<"m= "; cin>>m;
```

```
for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= "; cin>>a[i];}
for (i=0;i<m;i++)
  b[i]= a[i];                    // se creează vectorul b
for (i=m;i<n;i++)
  c[i-m]= a[i];                  // se creează vectorul c
for (i=0;i<m;i++)
  cout<<b[i]<<"  ";              // se afişează vectorul b
for (i=0;i<n-m;i++)
  cout<<c[i]<<"  ";              // se afişează vectorul c
}
```

Enunţul problemei 7: *Să se concateneze doi vectori, a cu n elemente, şi b cu m elemente, în vectorul c.*

Exemplul 7

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,m,a[100],b[100],c[200];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 cout<<"m= "; cin>>m;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= "; cin>>a[i];}
 for (i=0;i<m;i++) {cout<<"b["<<i+1<<"]= "; cin>>b[i];}
 for (i=0;i<n;i++)
   c[i]= a[i];                   // se copiază în c vectorul a
 for (i=0;i<m;i++)
   c[n+i]= b[i];                 // se adaugă la c vectorul b
 for (i=0;i<n+m;i++)
   cout<<c[i]<<"  ";             // se afişează vectorul c
}
```

Enunţul problemei 8: *Să se inverseze un vector a, care are cel mult 100 de numere întregi.*

Inversarea unui vector se poate face în două moduri:

- ✓ Vectorul inversat se creează într-un alt vector *b*.
- ✓ Vectorul se inversează în el însuşi.

Inversarea unui vector în alt vector. Elementul a[0] se va atribui elementului b[n-1], elementul a[1] se va atribui elementului b[n-2], ..., elementul a[i] se va atribui elementului b[n-i-1], ..., elementul a[n-1] se va atribui elementului b[0]. Se observă că suma indicilor celor doi vectori este întotdeauna n-1.

Exemplul 8_1

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,a[100],b[100];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= ";   cin>>a[i];}
 for (i=0;i<n;i++) b[i]=a[n-i-1];
 for (i=0;i<n;i++) cout<<b[i]<<"  ";
}
```

Inversarea unui vector în el însuşi. Se va face prin interschimbarea elementelor simetrice: elementul a[0] se va interschimba cu elementul a[n-1], elementul a[1] se

va interschimba cu elementul a[n-2], ..., elementul a[i] se va interschimba cu elementul a[n-i-1], ..., . Interschimbarea elementelor se va face până la jumătatea vectorului (elementul cu indicele [n/2]). Pentru interschimbare se va folosi o variabilă auxiliară *x* de acelaşi tip ca şi elementele vectorului.

Exemplul 8_2

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,x,a[100];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= ";   cin>>a[i];}
 for (i=0;i<n/2;i++) {x=a[i]; a[i]=a[n-i-1]; a[n-i-1]=x;}
 for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<"  ";
}
```

Enunțul problemei 9: *Se citeşte un număr natural. Să se afişeze frecvența cifrelor sale (cifrele care apar în număr, şi de câte ori apar).*

Pentru memorarea cifrelor numărului *n* se va folosi vectorul *a*. Vectorul *b* are 10 elemente şi se foloseşte pentru a număra de câte ori apare cifra *i* în număr (*i* reprezintă indicele elementului din vectorul *b*). Aşadar, vectorul *b* este un vector de contoare, în care elementul cu indicele *i* contorizează numărul de apariții ale cifrei *i*. Elementele vectorului *b* se inițializează cu 0. Algoritmul este:

Pas 1. Se extrag cifrele din numărul *n* şi se memorează în vectorul *a*.

Pas 2. Se parcurge vectorul *a*. Elementul curent al vectorului *a* este o cifră a numărului *n* şi furnizează informații despre contorul care trebuie incrementat cu 1 (elementul din vectorul *b* care trebuie incrementat cu 1). Aşadar, se incrementează cu 1 elementul din vectorul *b* care are ca indice valoarea elementului curent din vectorul *a*.

Pas 3. După parcurgerea vectorului *a* se vor afişa, din vectorul *b*, numai elementele diferite de 0 (contoarele diferite de 0 şi care corespund cifrelor care au apărut cel puțin o dată în număr).

Exemplul 9

```
#include <iostream.h>
void main()
{unsigned long n;
 int i,j,a[10],b[10]={0};
 cout<<"n =";  cin>>n;
 i=0;
 while (n) {a[i]=n%10; n/=10; i++;}
 // i este lungimea logică a vectorului a
 for (j=0;j<i;j++) b[a[j]]++;
 for (i=0;i<=9;i++)
    if (b[i])
      cout<<"cifra "<<i<<" apare de "<<b[i]<<" ori  "<<endl;
}
```

Enunțul problemei 10: *Să se calculeze suma elementelor de pe diagonala principală a unei matrice pătrate, de dimensiune n (n≤10). Elementele matricei sunt numere întregi.*

O **matrice pătrată** este o matrice în care numărul liniilor este egal cu numărul coloanelor. Elementele de pe diagonala principală au cei doi indici egali (numărul liniei este egal cu numărul coloanei).

Exemplul 10

```
#include <iostream.h>
void main()
{int n,i,j,s=0,a[10][10];
 cout<<"n ="; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++)  //se parcurge matricea pentru creare
   for (j=0;j<n;j++)
       {cout<<"a["<<i+1<<","<<j+1<<"]= "; cin>>a[i][j];}
 for (i=0;i<n;i++)  //se parcurge diagonala principală
       s+=a[i][i];
 cout<<"suma= "<<s;
}
```

Enunțul problemei 11: *Să se verifice dacă o matrice pătrată de dimensiune n (n≤10) are următoarea proprietate: elementele de pe diagonala secundară au valoarea 1, iar restul elementelor au valoarea 0. Elementele matricei sunt numere întregi.*

Elementele de pe diagonala secundară au suma indicilor egală cu n-1 (i+j=n-1). Se va folosi o variabilă *x*, care va avea valoarea 1 dacă matricea are proprietatea specificată (valoarea logică *True*), şi valoarea 0 dacă matricea nu are proprietatea specificată (valoarea logică *False*). Variabila *x* se inițializează cu 1 (presupunem că matricea are proprietatea specificată). Deoarece, pentru a determina proprietatea matricei, nu trebuie parcurse toate elementele, în cazul în care se găseşte un element care nu îndeplineşte condiția din proprietate parcurgerea matricei nu se va mai face cu o instrucțiune **for**, ci cu o instrucțiune **while**. Se vor parcurge coloanele unei linii prin incrementarea indicelui *j*, după care se va trece la linia următoare, prin incrementarea indicelui *i* şi inițializarea cu 0 a indicelui *j*.

Exemplul 11

```
#include <iostream.h>
void main()
{int n,i,j,x=1,a[10][10];
 cout<<"n ="; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++)
  for (j=0;j<n;j++)
       {cout<<"a["<<i+1<<","<<j+1<<"]=  "; cin>>a[i][j];}
 i=0; j=0;
 while (i<n && x)
   {if (i+j==n-1)
      {if (a[i][j]!=1) x=0;}
     else
      if (a[i][j]!=0) x=0;
    if (j==n-1){j=0; i++;}
          else j++;}
 if (x)cout<<"Matricea are proprietatile specificate";
   else
     cout<<"Matricea nu are proprietatile specificate";  }
```

Enunțul problemei 12: *Să se inverseze coloanele unei matrice cu n linii şi m coloane (n≤10, m≤10) cu elementele numere întregi.*

Vom folosi algoritmul de inversare a unui vector în el însuşi, pentru fiecare linie a matricei.

Exemplul 12

```
#include <iostream.h>
void main()
{int n,m,i,j,x,a[10][10];
 cout<<"n ="; cin>>n;
 cout<<"m ="; cin>>m;
 for (i=0;i<n;i++)
   for (j=0;j<m;j++)
       {cout<<"a["<<i+1<<","<<j+1<<"]=  "; cin>>a[i][j];}
 for (i=0;i<n;i++)
   for (j=0;j<m/2;j++)
       {x=a[i][j]; a[i][j]=a[i][m-j-1]; a[i][m-j-1]=x;}
 for (i=0;i<n;i++)
   {for (j=0;j<m;j++)cout<<a[i][j]<<"  ";
    cout<<endl; }
}
```

5.4.2. Algoritmi pentru căutarea unui element într-un tablou de memorie

Acest algoritm găseşte primul element din tablou a cărui valoare este o valoare precizată *x*, în vederea prelucrării acestui element prin una dintre operațiile următoare:

- ✓ modificarea valorii lui;
- ✓ ştergerea elementului din tablou;
- ✓ inserarea unui element după acest element sau înaintea lui;
- ✓ consultarea elementului în vederea efectuării unor calcule.

Pentru căutarea unui element într-un tablou de memorie se pot folosi doi algoritmi:

- ✓ algoritmul de căutare într-un tablou de memorie nesortat;
- ✓ algoritmul de căutare într-un tablou de memorie sortat.

Algoritmi pentru căutarea într-un tablou de memorie nesortat

În acest caz, căutarea elementului se face prin **parcurgerea secvențială** a tabloului de memorie până când este găsit elementul.

Secvența de instrucțiuni pentru **căutarea elementului într-un vector** este:

```
int i=0,n,x,a[10];
// se declară variabila x pentru valoarea elementului
cout<<"n= "; cin>>n;
cout<<"x= "; cin>>x;
.................  // se creează vectorul
i=0; while (i<n && a[i]!=x) i++;
// sau for (i=0; i<n && a[i]!=x; i++);
```

```
// se parcurg elementele vectorului până se găseşte
// elementul sau până se termină de parcurs tot vectorul
if (i!=n) cout<<"S-a gasit elementul in pozitia "<<i+1;
    else cout<<"Nu s-a gasit elementul";
```

Secvența de instrucțiuni pentru **căutarea elementului într-o matrice** este:

```
int i=0,j=0,n,m,x,a[10][10];
cout<<"n= "; cin>>n;
cout<<"m= "; cin>>m;
cout<<"x= "; cin>>x;
.................  // se creează matricea
// se parcurge matricea linie cu linie, iar pe fiecare linie
// se parcurg coloanele până se găseşte elementul sau
// până se termină de parcurs toate liniile matricei
i=0; j=0;
while (i<n && a[i][j]!=x)
 if (j==n-1){j=0; i++;} else j++;
if (i!=n)
  cout<<"S-a gasit elementul in linia "<<i+1<<", coloana "<<j+1;
 else
  cout<<"Nu s-a gasit elementul;
```

Algoritmi pentru căutarea într-un vector sortat

Unul dintre algoritmii cei mai folosiți în acest caz este **algoritmul de căutare binară.** Acest algoritm are la bază principiul înjumătățirii repetate a domeniului în care se caută elementul, prin împărțirea vectorului *a* în doi subvectori. Notăm cu *st* primul indice al vectorului (indicele elementului din stânga) și cu *dr* ultimul indice al vectorului (indicele elementului din dreapta), iar *mijl* este indicele elementului din mijlocul vectorului: mijl=(st+dr)/2. Se compară valoarea căutată cu valoarea elementului din mijloc. Dacă cele două valori sunt egale, înseamnă că s-a găsit elementul. Dacă nu sunt egale, vectorul *a* va fi împărțit în doi subvectori:

- ✓ subvectorul din stânga: a[st], a[st+1], ..., a[mijl-1];
- ✓ subvectorul din dreapta: a[mijl+1], ..., a[dr-1], a[dr].

Așadar, operația de căutare constă în identificarea subvectorului în care se poate găsi elementul, prin compararea valorii căutate cu cea a elementului din mijloc, după care se divizează acest subvector în doi subvectori ș.a.m.d. până când se găsește elementul, sau până când nu se mai poate face împărțirea în subvectori, ceea ce înseamnă că nu s-a găsit elementul.

Se folosesc următoarele **variabile de memorie:**

- ✓ variabila *a* pentru vector și variabila *n* pentru lungimea logică a vectorului;
- ✓ variabila *x* pentru valoarea care trebuie căutată;
- ✓ variabila *i* pentru parcurgerea vectorului la citire și afișare;
- ✓ variabila *st* pentru indicele elementului din stânga al vectorului în care se caută;
- ✓ variabila *dr* pentru indicele elementului din dreapta al vectorului în care se caută;
- ✓ variabila *mijl* pentru indicele elementului din mijloc al vectorului care se divizează;

✓ variabila *gasit* pentru a şti când s-a găsit elementul: iniţial, are valoarea 0 (valoarea logică *False* – nu s-a găsit încă elementul), iar atunci când se găseşte elementul, i se atribuie valoarea 1 (valoarea logică *True* – s-a găsit elementul).

Paşii algoritmului, pentru un vector sortat crescător, sunt:

Pas 1. Se iniţializează indicii *st* şi *dr*: st=0 şi dr=n-1.

Pas 2. Dacă vectorul poate fi împărţit în subvectori, adică st<=dr, se merge la **Pas 3**; altfel, se merge la **Pas 6** .

Pas 3. Se calculează indicele elem ntului din mijlocul vectorului mijl=(st+dr)/2.

Pas 4. Dacă elementul din mijlocul vectorului are valoarea *x* (a[mijl]==x), se merge la **Pas 6**.

Pas 5. Dacă elementul din mijlocul vectorului are valoarea mai mare decât *x* (a[mijl] >x), atunci căutarea se va continua în subvectorul din stânga şi se modifică valoarea pentru ultimul indice al vectorului dr = mijl-1; altfel, căutarea se va continua în subvectorul din dreapta, şi se modifică valoarea pentru primul indice al vectorului st= mijl+1. Se revine la **Pas 2**.

Pas 6. Dacă st>dr, elementul nu s-a găsit în vector; altfel, elementul s-a găsit în poziţia *mijl+1*.

Deoarece căutarea va continua atât timp cât nu s-a găsit elementul şi vectorul poate fi împărţit în subvectori, se va folosi o variabilă de memorie *gasit* pentru a se verifica dacă elementul s-a găsit sau nu. Iniţial *gasit* are valoarea 0 (corespunde valorii logice *False* – nu s-a găsit elementul). În momentul în care se va găsi elementul, *gasit* va lua valoarea 1 (corespunde valorii logice *True* – s-a găsit elementul).

Secvenţa de instrucţiuni pentru **căutarea binară** într-un vector este:

```
int i,n,x,st,dr,mijl,gasit,a[10];
cout<<"n= "; cin>>n;
cout<<"x= "; cin>>x;
.....                    // se creează vectorul
st=0; dr=n-1; gasit=0;
while (st<=dr && !gasit)
  // cât timp vectorul poate fi împărţit în subvectori
  // şi nu s-a găsit încă elementul
  {mijl=(st+dr)/2;
   if (a[mijl]==x)       //dacă s-a găsit elementul
       gasit=1;
     else
    //dacă nu s-a găsit elementul se stabileşte subvectorul
    //în care se continuă căutarea
      if (x<a[mijl]) dr=mijl-1;
                  else st=mijl+1;}
if (st>dr) cout<<"Nu s-a gasit elementul";
     else cout<<"S-a gasit elementul în pozitia "<<mijl+1;
```

5.4.3. Algoritm pentru ştergerea unui element dintr-un vector

Algoritmul pentru ştergerea dintr-un vector a elementului cu indicele *k* înseamnă deplasarea elementelor vectorului, începând cu indicele *k+1*, cu o poziţie spre stânga. Lungimea logică a vectorului se va micşora cu un element şi va fi n-1.

```
int i,n,k,a[10];
cout<<"n= "; cin>>n;
cout<<"k= "; cin>>k;
.................  // se creează vectorul
for (i=k;i<n-1;i++) a[i]= a[i+1];   // se şterge elementul
// se afişează vectorul după ştergerea elementului
for (i=0;i<n-1;i++) cout<<a[i]<<"  ";
```

5.4.4. Algoritm pentru inserarea unui element într-un vector

Algoritmul pentru inserarea într-un vector a unui element în poziția indicelui *k* înseamnă deplasarea elementelor vectorului, începând cu indicele *k+1*, cu o poziție spre dreapta şi atribuirea noii valori elementului cu indicele *k*. Lungimea logică a vectorului se va mări cu un element şi va fi n+1, cu condiția ca n+1 să fie mai mic sau egal cu lungimea fizică a vectorului, altfel ultimul element al vectorului se pierde.

```
const int DIM=10
int i,n,k,x,a[DIM];
cout<<"n= "; cin>>n;
cout<<"k= "; cin>>k;
cout<<"x= "; cin>>x; // x conţine valoarea care se inserează
.................  // se creează vectorul
if (n+1<=DIM)
   {for (i=n;i>k;i--) a[i]= a[i-1];
    a[k]= x;
    for (i=0;i<n+1;i++) cout<<a[i]<<"  ";}
  else
   {for (i=n-1;i>k;i--) a[i]= a[i-1];
    a[k]= x;
    for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<"  ";}
```

Studiu de caz

Scop: exemplificarea modului în care se aplică algoritmii pentru căutarea unui element într-un vector, pentru ştergerea unui element şi pentru inserarea unui element într-un vector.

Enunțul problemei 1: *Se citesc într-un vector, de la tastatură, cel mult 50 de numere întregi. Să se şteargă primul element care are valoarea x (x se citeşte de la tastatură).*

Se va folosi algoritmul de căutare secvențială pentru a găsi poziția primului element cu valoarea *x*, şi apoi algoritmul de ştergere a elementului din acea poziție.

Exemplul 1

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,n,x,k,a[50];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 cout<<"x= "; cin>>x;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= "; cin>>a[i];}
 i=0;
```

```
while (i<n && a[i]!=x) i++;
if (i!=n)
   {k=i;   //k este poziţia elementului care se va şterge
    for (i=k;i<n-1;i++) a[i]= a[i+1];
    for (i=0;i<n-1;i++) cout<<a[i]<<"  ";
    }
  else cout<<"Nu s-a gasit elementul";
}
```

Enunţul problemei 2: *Se citesc într-un vector, de la tastatură, cel mult 50 de numere întregi. Să se insereze elementul cu valoarea y înainte de primul element care are valoarea x (x şi y se citesc de la tastatură).*

Se va folosi algoritmul de căutare secvenţială pentru a găsi poziţia primului element cu valoarea *x*, şi apoi algoritmul de inserare a valorii *y* în acea poziţie.

Exemplul 2

```
#include <iostream.h>
void main()
{const int DIM=50
 int i,n,k,x,y,a[DIM];
 cout<<"n= "; cin>>n;
 cout<<"x= "; cin>>x;
 cout<<"y= "; cin>>y;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]= "; cin>>a[i];}
 for (i=0; i<n && a[i]!=x); i++);
 if (i!=n)
    {k=i;
     if (n+1<=DIM)
        {for (i=n;i>k;i--) a[i]= a[i-1];
         a[k]= y;
         for (i=0;i<n+1;i++) cout<<a[i]<<"  ";}
       else
        {for (i=n-1;i>k;i--) a[i]= a[i-1];
         a[k]= y;
         for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<"  ";}
    }
  else cout<<"Nu s-a gasit elementul";
}
```

Enunţul problemei 3: *Se citesc într-un vector, de la tastatură, cel mult 50 de numere întregi. Vectorul este sortat crescător. Să se insereze un element cu valoarea x, astfel încât să se păstreze ordonarea crescătoare a elementelor vectorului (x se citeşte de la tastatură).*

Se va folosi algoritmul de căutare binară într-un vector sortat, pentru a găsi poziţia în care trebuie inserat *x*, şi apoi algoritmul de inserare a elementului cu valoarea *x* în această poziţie. Pentru a creşte eficienţa algoritmului se vor trata separat cazurile în care elementl va fi inserat pe prima poziţie sau după ultima poziţie (nu se mai execută secvenţa de căutare).

Exemplul 3

```
#include <iostream.h>
void main()
```

```
{const int DIM=50;
 int i,k,n,x,s,d,m,a[DIM];
 cout<<"n ="; cin>>n;
 cout<<"x ="; cin>>x;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
 if (x<=a[0])
   {for (i=n;i>=1;i--) a[i]=a[i-1]; a[0]=x;}
  else
   if (x>=a[n-1]) a[n]=x;
     else
      {s=0; d=n-1;
       while (s<d)
        {m=(s+d)/2;
         if (a[m]>=x) s=m+1;
                 else d=m-1;}
       k=d+1;      //sau k=s;
       if (n+1<=DIM)
          {for (i=n;i>k;i--) a[i]= a[i-1]; a[k]= x;
           for (i=0;i<n+1;i++) cout<<a[i]<<"  ";}
         else
          {for (i=n-1;i>k;i--) a[i]= a[i-1]; a[k]= x;
           for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<"  ";}
       }
}
```

5.4.5. Algoritmi pentru sortarea unui vector

Aceşti algoritmi rearanjează elementele vectorului astfel încât între valorile lor să existe o relație de ordine (ordonare crescătoare sau ordonare descrescătoare).

Aranjarea elementelor se poate face:

1. **Într-un alt vector**. În acest caz puteți folosi următorii algoritmi:
   - ✓ algoritmul de sortare prin **metoda inserării**,
   - ✓ algoritmul de sortare prin **metoda numărării**.
2. **În acelaşi vector**. În acest caz puteți folosi următorii algoritmi:
   - ✓ algoritmul de sortare prin **metoda selecției directe**,
   - ✓ algoritmul de sortare prin **metoda bulelor**,
   - ✓ algoritmul de sortare *prin* ***metoda inserării directe***,
   - ✓ algoritmul de sortare prin **metoda inserării rapide**.

Algoritmii de sortare prezentați se pot folosi pentru ordonarea crescătoare a vectorului. Pentru ordonarea descrescătoare, este suficient să negați expresiile folosite pentru comparare. Pentru fiecare dintre algoritmii de sortare prezentați, urmăriți modul în care se execută operația de sortare pe vectorul cu 4 elemente a = {4, 3, 2, 1} care reprezintă cazul cel mai dezavantajos pentru un vector cu patru elemente (vectorul este ordonat invers).

Algoritmul de sortare prin metoda inserării

În această metodă se folosesc doi vectori:

- ✓ vectorul sursă (vectorul nesortat): a;
- ✓ vectorul destinație (vectorul sortat): b.

Elementele vectorului sursă a[i] se copiază în vectorul destinație prin inserare în poziția corespunzătoare, astfel încât în vectorul destinație să fie respectată relația de ordine.

Se folosesc următoarele **variabile de memorie**:

- ✓ variabilele *a* şi *b* pentru vectori şi variabila *n* pentru lungimea logică a vectorilor; primul element din vectorul *b* (b[0]) este inițializat cu valoarea primului element din vectorul *a* (a[0]).
- ✓ variabila *i* pentru parcurgerea vectorului sursă în vederea preluării elementului a[i] pentru a fi inserat în vectorul *b*: inițial (la selectarea primului element – a[1]) ea are valoarea 1, la fiecare nouă selectare a unui element a[i] se incrementează cu 1, iar operația de parcurgere se termină atunci când variabila *i* are valoarea n-1 (a fost selectat ultimul element – a[n-1]);
- ✓ variabila *j* la parcurgerea vectorului destinație *b* de la stânga la dreapta, pentru a găsi poziția în care trebuie inserat elementul a[i] conform relației de ordine; la fiecare operație de căutare a poziției în care trebuie inserat noul element a[i], ea va fi inițializată cu indicele primului element din vectorul destinație (0), şi se incrementează cu 1 până se găseşte poziția de inserare sau până se ajunge la sfârşitul vectorului *b* (elementul cu indicele i-1);
- ✓ variabila *k* la parcurgerea vectorului destinație *b* de la dreapta la stânga, pentru a deplasa elementele cu o poziție spre dreapta în vederea eliberării poziției în care se va insera a[i]: la fiecare nouă operație de inserare a unui element a[i], ea va fi inițializată cu indicele ultimului element din vectorul destinație (i), şi se decrementează cu 1 pentru fiecare deplasare a unui element, până când este deplasat şi elementul din poziția de inserare *j*;

Paşii algoritmului sunt:

Pas 1. Se copiază elementul a[0] în vectorul b pe prima poziție: b[0]=a[0].

Pas 2. Se inițializează variabila *i* cu 1 pentru a începe procesul de copiere din vectorul *a* în vectorul *b*.

Pas 3. Se inițializează variabila *j* cù valoarea 0 pentru a începe procesul de căutare a poziției în care va fi inserat elementul a[i].

Pas 4. Se compară elementul a[i] cu elementul b[j]. Dacă a[i]>b[j], înseamnă că nu s-a găsit încă poziția şi se trece la pasul următor; altfel, s-a găsit poziția şi trece la **Pas 7**.

Pas 5. Se incrementează valoarea lui *j* cu 1: j=j+1 pentru a continua procesul de căutare a poziției de inserare.

Pas 6. Se compară *j* cu numărul de elemente din vectorul destinație (i-1). Dacă j<=i-1 se revine la pasul **Pas 4**; altfel, s-a găsit poziția şi trece la **Pas 7**.

Pas 7. Se inițializează variabila *k* cu valoarea i pentru a începe procesul de deplasare a elementelor din vectorul *b* spre dreapta: k=i.

Pas 8. Se deplasează un element spre dreapta: b[i]= b[i-1].

Pas 9. Se decrementează valoarea lui *k* cu 1: k=k-1.

Pas 10. Se compară *k* cu ultima poziție în care se deplasează un element (poziția imediat următoare poziției de inserare j). Când k>=j+1 se revine la **Pas 8**;

altfel, se trece la pasul următor.

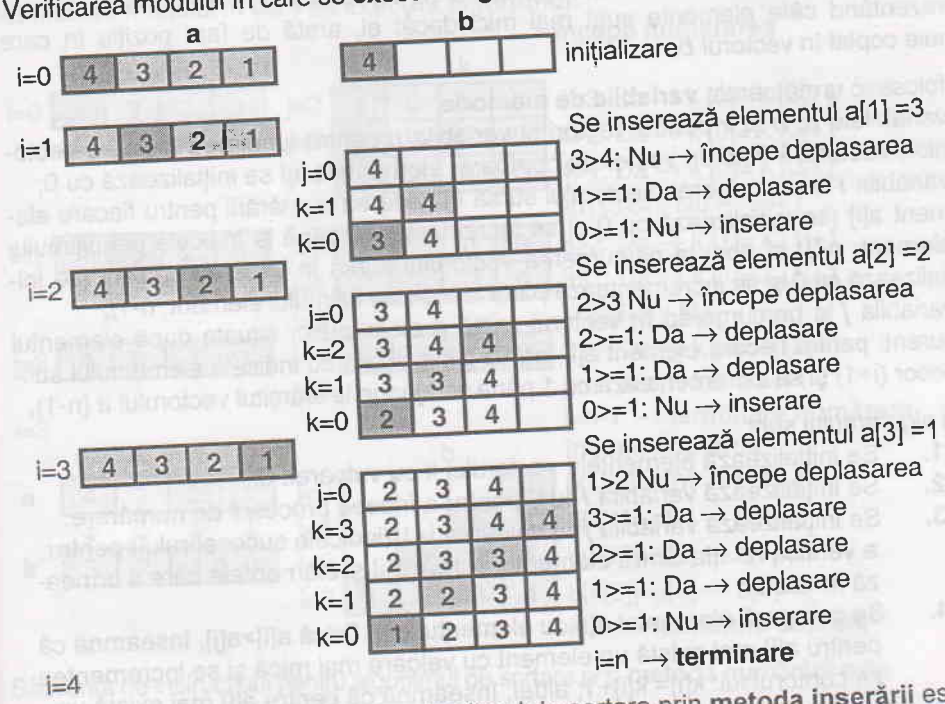
Pas 11. Se inserează elementul a[i] în vectorul *b* poziția *j*: b[j]=a[i].

Pas 12. Se incrementează valoarea lui *i* cu 1: i=i+1, pentru a continua procesul de copiere a unui element din vectorul *a* în vectorul *b*.

Pas 13. Se compară variabila *i* cu indicele ultimului element din vectorul sursă. Dacă i<n-1 se revine la **Pas 3**; altfel, se trece la pasul următor.

Pas 14. Vectorul este sortat crescător.

Verificarea modului în care se **execută algoritmul:**



Secvența de instrucțiuni pentru algoritmul de sortare prin **metoda inserării** este:

```
int i,j,n,k,a[50],b[50];
cout<<"n ="; cin>>n;
for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
b[0]=a[0];
for (i=1;i<n;i++)
   {j=0;
    while (j<=i-1 && a[i]>b[j]) j++;
    for (k=i;k>=j+1;k--) b[k]=b[k-1];
    b[j]=a[i];
   }
for (i=0;i<n;i++) cout<<b[i]<<"  ";
```

Algoritmul de sortare prin metoda numărării

- În această metodă se folosesc trei vectori:
  - ✓ vectorul sursă (vectorul nesortat): a;

- ✓ vectorul destinație (vectorul sortat): b;
- ✓ vectorul numărător (vector de contoare): k.

Elementele vectorului sursă a[i] se copiază în vectorul destinație prin inserare în poziția corespunzătoare, astfel încât în vectorul destinație să fie respectată relația de ordine. Pentru a se cunoaşte poziția în care va fi inserat fiecare element, se parcurge vectorul sursă *a* şi se numără în vectorul *k*, pentru fiecare element a[i], câte elemente au valoarea mai mică decât a lui. Fiecare element al vectorului k este un contor: elementul *k[i]* este un contor pentru elementul *a[i]*. Valoarea contorului *k[i]* pentru elementul *a[i]*, reprezentând câte elemente sunt mai mici decât el, arată de fapt poziția în care trebuie copiat în vectorul *b*.

Se folosesc următoarele **variabile de memorie**:

- ✓ variabilele *a*, *b* şi *k* pentru vectori şi variabila *n* pentru lungimea logică a vectorilor; vectorul *k* fiind un vector de contoare, elementele lui se inițializează cu 0;
- ✓ variabila *i* la parcurgerea vectorului sursă în vederea numărării pentru fiecare element a[i] (se inițializează cu 0 şi se incrementează până la indicele penultimului element: n-2) şi apoi la parcurgerea vectorului sursă în vederea copierii (se inițializează cu 0 şi se incrementează până la indicele ultimului element: n-1);
- ✓ variabila *j* la parcurgerea în vectorul sursă a elementelor situate după elementul curent: pentru fiecare element a[i], ea va fi inițializată cu indicele elementului succesor (i+1) şi se incrementează cu 1 până se ajunge la sfârşitul vectorului *a* (n-1).

Paşii algoritmului sunt:

Pas 1. Se inițializează elementele vectorului k cu valoarea 0.

Pas 2. Se inițializează variabila *i* cu 0 pentru a începe procesul de numărare.

Pas 3. Se inițializează variabila *j* cu valoarea i+1 (indicele succesorului) pentru a verifica relația dintre elementul curent a[i] şi elementele care îi urmează în vector.

Pas 4. Se compară elementul a[i] cu elementul a[j]. Dacă a[i]>a[j], înseamnă că pentru a[i] mai există un element cu valoare mai mică şi se incrementează contorul lui: k[i]= k[i]+1; altfel, înseamnă că pentru a[j] mai există un element cu valoare mai mică şi se incrementează contorul lui: k[j]= k[j]+1.

Pas 5. Se incrementează valoarea lui *j* cu 1: j=j+1 pentru a continua procesul de comparare.

Pas 6. Se compară *j* cu numărul de elemente din vectorul sursă care trebuie vizitate în vederea comparării. Dacă j<n se revine la pasul **Pas 4**; altfel, se trece la pasul următor.

Pas 7. Se incrementează valoarea lui *i* cu 1: i=i+1, pentru a continua procesul de numărare pentru următorul element din vectorul sursă.

Pas 8. Se compară variabila *i* cu indicele ultimului element din vectorul sursă. Dacă i<n-1 se revine la **Pas 3**; altfel, s-a terminat procesul de numărare şi se trece la pasul următor.

Pas 9. Se inițializează variabila *i* cu 0 pentru a începe procesul de copiere cu elementul a[0].

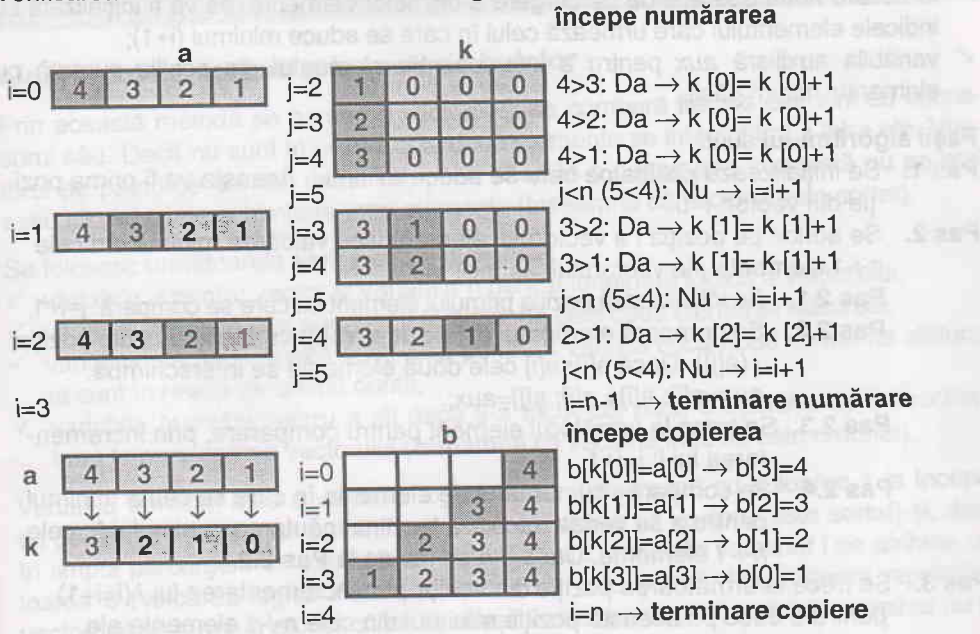
Pas 10. Se copiază elementul a[i] în vectorul destinație în poziția indicată de contorul k[i]: b[k[i]] = a[i].

Pas 11. Se incrementează valoarea lui *i* cu 1: i=i+1, pentru a continua procesul de copiere pentru următorul element din vectorul sursă.

Pas 12. Se compară variabila *i* cu indicele ultimului element din vectorul sursă. Dacă i<n se revine la **Pas 10**; altfel, s-a terminat procesul de copiere şi se trece la pasul următor.

Pas 13. Vectorul b este sortat crescător.

Verificarea modului în care se **execută algoritmul:**



Secvența de instrucțiuni pentru algoritmul de sortare prin **metoda numărării** este:

```
int i,j,n,a[50],b[50],k[50]={0};
cout<<"n ="; cin>>n;
for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
for (i=0;i<n-1;i++)
   for (j=i+1;j<n;j++)
      if (a[i]>a[j]) k[i]++;
                 else k[j]++;
for (i=0;i<n;i++) b[k[i]]=a[i];
for (i=0;i<n;i++) cout<<b[i]<<"  ";
```

Algoritmul de sortare prin metoda selecției directe

Prin această metodă se aduce pe prima poziție elementul cu valoarea cea mai mică din cele *n* elemente ale vectorului, apoi se aduce pe poziția a doua elementul cu cea mai mică valoare din ultimele *n-1* elemente ale vectorului, apoi se aduce pe poziția a treia elementul cu cea mai mică valoare din ultimele *n-2* elemente ale vectorului etc.

Se folosesc următoarele **variabile de memorie:**

✓ variabila *a* pentru vector şi variabila *n* pentru lungimea logică a vectorului,

- ✓ variabila *i* la parcurgerea vectorului pentru a aduce pe poziția *i* minimul dintre ultimele elemente (*ultimele n-i-1 elemente*): *se inițializează cu 0 (se aduce pe prima* poziție valoarea minimă din vector), se incrementează cu 1 (se aduce pe următoarea poziție valoarea minimă din restul elementelor), iar operația de parcurgere se termină atunci când variabila *i* are valoarea n-2 (s-a adus pe penultima poziție minimul din elementul penultim şi elementul ultim al vectorului);
- ✓ variabila *j* la parcurgerea ultimelor *n-i-1* elemente pentru a găsi valoarea minimă; la fiecare nouă operație de parcurgere a ultimelor elemente, ea va fi inițializată cu indicele elementului care urmează celui în care se aduce minimul (i+1);
- ✓ variabila auxiliară *aux* pentru a interschimba elementul din poziția curentă cu elementul minim găsit.

Paşii algoritmului sunt:

Pas 1. Se inițializează poziția pe care se aduce minimul. Aceasta va fi prima poziție din vector: i=0.

Pas 2. Se aduce pe poziția i a vectorului elementul cu valoarea minimă din cele *n-i-1* elemente ale vectorului, astfel:

Pas 2.1. Se inițializează poziția primului element cu care se compară: j=i+1.

Pas 2.2. Se compară elementul din poziția *i* (a[i]) cu elementul din poziția *j* (a[j]). Dacă a[j]<a[i] cele două elemente se interschimbă: aux=a[i]; a[i]= a[j]; a[j]=aux;.

Pas 2.3. Se trece la următorul element pentru comparare, prin incrementarea lui j: j=j+1.

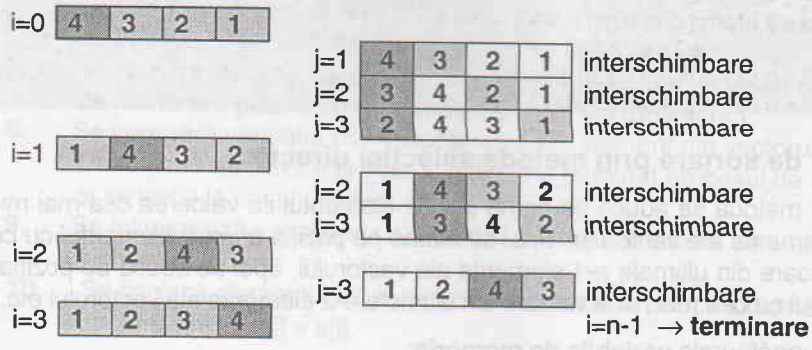
Pas 2.4. Se compară *j* cu numărul de elemente în care se caută minimul pentru a se vedea dacă s-a terminat căutarea minimului în cele *n-i-1* elemente. Dacă j<n se revine la **Pas 2.2.**

Pas 3. Se trece la următoarea poziție din vector prin incrementarea lui *i* (i=i+1) pentru a duce pe această poziție minimul din cele *n-i-1* elemente ale vectorului.

Pas 4. Se compară *i* cu numărul de poziții ale vectorului în care trebuie aduse valorile minime. Dacă i<n-1 se revine la **Pas 2.**

Pas 5. Vectorul este sortat crescător.

Verificarea modului în care se **execută algoritmul**:



Secvența de instrucțiuni pentru algoritmul de sortare prin **metoda selecției directe** este:

```
int i,j,n,aux,a[50];
cout<<"n ="; cin>>n;
for (i=0;i<n;i++){cout<<"a["<<i+1<<"]= "; cin>>a[i];}
for (i=0;i<n-1;i++)
   for (j=i+1;j<n;j++)
      if (a[j]<a[i]) {aux=a[i]; a[i]=a[j]; a[j]=aux;}
for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<" ";
```

Algoritmul de sortare prin metoda bulelor

Prin această metodă se parcurge vectorul şi se compară fiecare element cu succesorul său. Dacă nu sunt în ordine cele două elemente se interschimbă între ele. Vectorul se parcurge de mai multe ori, până când la o parcurgere completă nu se mai execută nici o interschimbare între elemente (înseamnă că vectorul este sortat).

Se folosesc următoarele **variabile de memorie**:

- ✓ variabila *a* pentru vector şi variabila *n* pentru lungimea logică a vectorului,
- ✓ variabila auxiliară *aux* pentru a interschimba cele două elemente alăturate,
- ✓ variabila *i* la parcurgerea vectorului pentru a verifica dacă două elemente alăturate sunt în relația de ordine dorită,
- ✓ variabila *terminat* pentru a şti dacă s-a făcut cel puțin o operație de interschimbare la parcurgerea vectorului (înseamnă că vectorul încă nu este ordonat).

Variabila *terminat* este o variabilă logică ce se inițializează cu valoarea 1 la începutul parcurgerii (valoarea logică *True* – se presupune că vectorul este sortat) şi, dacă în timpul parcurgerii se execută o interschimbare, variabilei *terminat* i se atribuie valoarea 0 (valoarea logică *False* – vectorul nu este sortat). Parcurgerea repetată a vectorului se termină atunci când, la sfârşitul unei parcurgeri, variabila *terminat* nu îşi modifică valoarea (îşi păstrează valoarea *1*).

Paşii algoritmului sunt:

Pas 1. Se inițializează variabila *terminat* cu valoarea 1.

Pas 2. Se inițializează variabila *i* cu 0 (i=0) corespunzătoare primului element din vector.

Pas 3. Se compară elementul din poziția *i* (a[i]) cu succesorul său (a[i+1]). Dacă a[i+1]<a[i] cele două elemente se interschimbă (aux=a[i]; a[i]= a[i+1]; a[i+1]=aux;) şi variabilei *terminat* i se atribuie valoarea 0.

Pas 4. Se trece la următoarea poziție din vector prin incrementarea lui *i* (i=i+1)

Pas 5. Se compară *i* cu numărul de poziții ale vectorului care trebuie parcurs. Dacă i<n-1 se revine la **Pas 3**; altfel, se trece la pasul următor.

Pas 6. Se verifică valoarea variabilei *terminat*. Dacă *terminat=0* se revine la **Pas 1**.

Pas 7. Vectorul este sortat crescător.

Verificarea modului în care se **execută algoritmul**:

prima parcurgere	i=0	4	3	2	1	interschimbare; *terminat=0*
terminat=1	i=1	3	4	2	1	interschimbare; *terminat=0*
	i=2	3	2	4	1	interschimbare; ***terminat=0***
a doua parcurgere	i=0	3	2	1	4	interschimbare; *terminat=0*
terminat=1	i=1	2	3	1	4	interschimbare; ***terminat=0***
	i=2	2	1	3	4	
a treia parcurgere	i=0	2	1	3	4	interschimbare; *terminat=0*
terminat=1	i=1	1	2	3	4	***terminat=0***
	i=2	1	2	3	4	
a patra parcurgere	i=0	1	2	3	4	
terminat=1	i=1	1	2	3	4	
	i=2	1	2	3	4	***terminat=1*** → **terminare**

Secvența de instrucțiuni pentru **algoritmul de sortare prin metoda bulelor** este:

```
int i,n,terminat=0,aux,a[50];
cout<<"n ="; cin>>n;
for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
while (!terminat)
 {terminat=1;
  for (i=0;i<n-1;i++)
     if (a[i]>a[i+1])
        {aux=a[i]; a[i]=a[i+1]; a[i+1]=aux; terminat=0;}
 }
for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<"  ";
```

Algoritmul de sortare prin metoda inserării directe

Prin această metodă se împarte vectorul în doi subvectori:
- ✓ subvectorul sursă: a[i], a[i+1], ..., a[n-1];
- ✓ subvectorul destinație: a[0], a[1], ..., a[i-1].

Elementul a[i] din subvectorul sursă este inserat în subvectorul destinație conform relației de ordine. Din această cauză vectorul destinație va fi tot timpul un vector ordonat.

Se folosesc următoarele **variabile de memorie**:
- ✓ variabila *a* pentru vector şi variabila *n* pentru lungimea fizică a vectorului;
- ✓ variabila *i* la împărțirea vectorului în subvectori: inițial (la prima împărțire în subvectori) ea are valoarea 1 (subvectorul destinație are un singur element), la fiecare nouă împărțire în subvectori se incrementează cu 1, iar operația de împărțire în subvectori se termină atunci când variabila *i* are valoarea n-1 (vectorul sursă nu mai conține nici un element);
- ✓ variabila *j* la parcurgerea secvenței destinație de la dreapta la stânga, pentru a găsi poziția în care trebuie inserat elementul a[i] conform relației de ordine; la fiecare nouă operație de împărțire în subvectori, ea va fi inițializată cu indicele ultimului element din vectorul destinație (i-1);
- ✓ variabila auxiliară *aux*, pentru a salva elementul a[i], care se pierde în urma deplasării spre dreapta în vectorul destinație a elementelor care urmează după poziția în care va fi inserat.

Paşii algoritmului sunt:

Pas 1. Se iniţializează variabila *i* cu valoarea 1 (se face prima împărţire în subvectori).

Pas 2. Se salvează elementul a[i] în variabila *aux*: aux=a[i].

Pas 3. Se iniţializează variabila *j* cu valoarea i-1 (indicele ultimului element din vectorul destinaţie).

Pas 4. Se compară variabila *aux* cu elementul din poziţia *j* (a[j]) din vectorul destinaţie). Dacă aux<a[j], se deplasează elementul a[j] spre dreapta: a[j+1]= a[j]; altfel, se trece la **Pas 7.**

Pas 5. Se decrementează valoarea lui *j* cu 1: j=j-1

Pas 6. Se compară *j* cu indicele primului element din vectorul destinaţie. Dacă j>0 se revine la **Pas 4**; altfel, se trece la pasul următor.

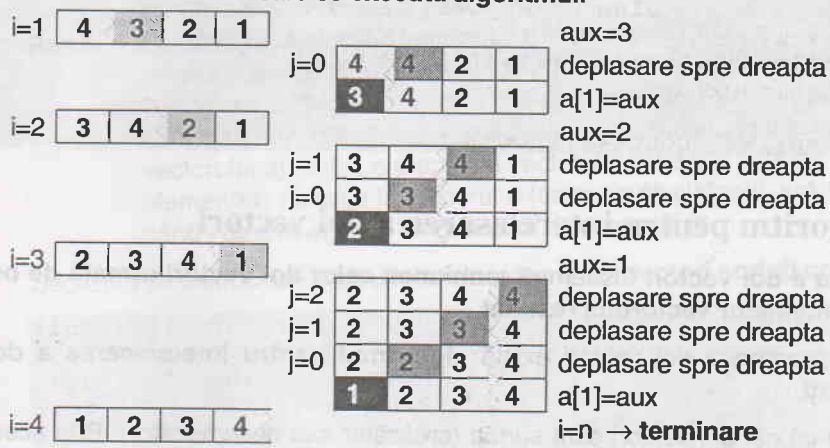
Pas 7. Se compară variabila *aux* cu elementul din poziţia *j* (a[j]) din vectorul destinaţie. Dacă aux>=a[j] se inserează elementul *aux* în poziţia j+1: a[j+1]=aux; altfel, se deplasează elementul din poziţia 0 în poziţia 1 (a[1]=a[0]) şi se inserează elementul aux în poziţia 0: a[0]=aux.

Pas 8. Se face următoarea împărţire în subvectori prin incrementarea lui *i* (i=i+1).

Pas 9. Se compară *i* cu indicele ultimului element din vectorul sursă. Dacă i<n-1 se revine la **Pas 2**; altfel, se trece la pasul următor.

Pas 10. Vectorul este sortat crescător.

Verificarea modului în care se **execută algoritmul**:



Secvenţa de instrucţiuni pentru algoritmul de sortare prin **metoda inserării directe** este:

```
int i,j,n,aux,a[50];
cout<<"n ="; cin>>n;
for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
for (i=1;i<n;i++)
   {aux=a[i];  j=i-1;
    while (j>0 && aux<a[j]) {a[j+1]=a[j]; j--;}
    if (aux>=a[j]) a[j+1]=aux;
              else {a[1]=a[0]; a[0]=aux;}
   }
for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<"  ";
```

Algoritmul de sortare prin metoda inserării rapide

Acest algoritm foloseşte aceeaşi împărţire a vectorului în doi subvectori (sursă şi destinaţie), la fel ca şi metoda inserării directe. Deoarece vectorul destinaţie este un vector ordonat, căutarea poziţiei în care va fi inserat elementul a[i] se poate face nu secvenţial (aşa cum se procedează în cazul inserării directe când se foloseşte variabila *j* pentru parcurgerea secvenţială a vectorului destinaţie), ci prin algoritmul de căutare binară. Subvectorul destinaţie este împărţit în doi subvectori, se examinează relaţia de ordine dintre elementul de la mijlocul subvectorului şi elementul a[i] şi se stabileşte dacă elementul a[i] va trebui inserat în prima jumătate a subvectorului sau în a doua jumătate. Operaţia de divizare a subvectorului se continuă până se găseşte poziţia în care urmează să fie inserat a[i].

Secvenţa de instrucţiuni pentru algoritmul de sortare prin **metoda inserării rapide** este:

```
int i,j,n,aux,st,dr,mijl,a[50];
cout<<"n ="; cin>>n;
for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
for (i=1;i<n;i++)
   {aux=a[i]; st=0; dr=i-1;
    while (st<=dr)
       {mijl=(st+dr)/2;
        if (aux<a[mijl]) dr=mijl-1;
                    else st=mijl+1;     }
        j=i-1;
        while (j>=st) {a[j+1]=a[j]; j=j-1;}
        a[st]=aux;
   }
for (i=0;i<n;i++) cout<<a[i]<<"  ";
```

5.4.6. Algoritm pentru interclasarea a doi vectori

Interclasarea a doi vectori înseamnă **reuniunea celor doi vectori urmată de ordonarea elementelor vectorului rezultat.**

Pentru interclasarea a doi vectori există **algoritmul pentru interclasarea a doi vectori sortaţi.**

Presupunem că cei doi vectori sunt sortaţi (crescător sau descrescător). Prin acest algoritm se parcurg simultan cei doi vectori sursă pentru a se compara un element dintr-un vector cu un element din celălalt vector. Elementul cu valoarea mai mică respectiv mai mare, este copiat în vectorul destinaţie şi şters din vectorul sursă. Procesul continuă până când este epuizat unul dintre vectori. Elementele rămase în celălalt vector se adaugă la sfârşitul vectorului destinaţie.

Se folosesc următoarele **variabile de memorie** pentru:

- ✓ **vectori: a** şi **b** – vectorii sursă (se presupune că sunt deja sortaţi crescător sau descrescător) şi **c** – vectorul rezultat (vectorul destinaţie) care reuneşte elementele din vectorii a şi b, ordonate după acelaşi criteriu ca şi cele din vectorii sursă;

- ✓ **lungimile logice ale vectorilor**: **n** – pentru vectorul *a* (se introduce de la tastatură) şi **m** – pentru vectorul *b* (se introduce de la tastatură); lungimea vectorului *c* se calculează (**n+m**);
- ✓ **contorii pentru parcurgerea vectorilor**: **i** – pentru vectorul *a*, **j** – pentru vectorul *b* şi **k** – pentru vectorul *c*.

Paşii algoritmului (pentu vectori sortaţi crescător) sunt:

Pas 1. Se iniţializează variabilele contor, pentru vectorii sursă şi pentru vectorul rezultat, cu 0: i=0; j=0; k=0;.

Pas 2. Se compară elementele a[i] şi b[j]. Dacă a[i]<b[j] se copiază elementul a[i] în vectorul c prin c[k]=a[i] şi se şterge elementul a[i] din vectorul a; altfel, se copiază elementul b[j] în vectorul c prin c[k]=b[j] şi se şterge elementul b[j] din vectorul b. Operaţia de ştergere nu se execută prin eliminarea efectivă a elementului din vector, ci prin incrementarea contorului: dacă se şterge elementul din vectorul *a* se incrementează contorul *i* (i=i+1), iar dacă se şterge elementul din vectorul *b* se incrementează contorul *j* (j=j+1).

Pas 3. Se incrementează contorul *k* pentru că urmează să se copieze un element în acest vector.

Pas 4. Se compară contorii vectorilor sursă cu lungimea lor. Dacă fiecare contor este mai mic sau egal cu lungimea vectorului (i<n şi j<m) se revine la **Pas 2**; altfel, se trece la pasul următor.

Pas 5. Se adaugă la sfârşitul vectorului c elementele rămase în celălalt, printr-o simplă operaţie de copiere: dacă i<n înseamnă că s-a epuizat vectorul *b* şi se vor adăuga la vectorul *c* elementele rămase în vectorul *a* (se execută c[k]=a[i]; k=k+1; i=i+1; până când *i* devine egal cu lungimea *n* a vectorului *a*); altfel, s-a epuizat vectorul *a* şi se vor adăuga la vectorul *c* elementele rămase în vectorul *b* (se execută c[k]=b[j]; k=k+1; j=j+1; până când j devine egal cu lungimea *m* a vectorului *b*).

Secvenţa de instrucţiuni pentru **interclasarea a doi vectori sortaţi crescător** este:

```
{int i,j,k,n,m,a[50],b[50],c[100];
 cout<<"n ="; cin>>n;  cout<<"m ="; cin>>m;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
 for (j=0;j<m;j++) {cout<<"b["<<j+1<<"]=  "; cin>>b[j];}
 i=0; j=0; k=0;
 while (i<n && j<m)
   { if (a[i]<b[j]) {c[k]=a[i]; i++;}
               else {c[k]=b[j]; j++;}
     k++; }
 if (i<n)
     while (i<n) {c[k]=a[i]; k++; i++;}
   else
     while (j<m) {c[k]=b[j]; k++; j++;}
 for (k=0;k<n+m;k++) cout<<c[k]<<"  ";
```

5.4.7. Aplicarea algoritmilor pentru prelucrarea tablourilor de memorie

Folosirea tablourilor de memorie se recomandă atunci când trebuie să prelucrați o colecție de date de același tip și pentru rezolvarea problemei aveți nevoie la un moment dat de toate elementele colecției de date. În continuare vor fi prezentate câteva exemple de probleme de matematică ce pot fi rezolvate cu ajutorul tablourilor de memorie:

Enunțul problemei 1: *Să se calculeze produsul scalar a doi vectori **a** și **b**. Dimensiunea vectorilor și coordonatele lor se citesc de la tastatură.*

Exemplul 1

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j,n,p=0,a[50],b[50];
 cout<<"n ="; cin>>n;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"b["<<i+1<<"]=  "; cin>>b[i];}
 for (i=0;i<n;i++) p=p+a[i]*b[i];
 cout<<"produsul scalar= "<<p;
}
```

Enunțul problemei 2: *Să se calculeze produsul a două polinoame. Gradul polinoamelor și coeficienții lor se citesc de la tastatură.*

Exemplul 1

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j,n,m,a[50],b[50],c[50]={0};
 cout<<"Primul polinom"<<endl;
 cout<<"Gradul = "; cin>>n;
 cout<<"Coeficientii:  "<<endl;
 for (i=0;i<=n;i++) {cout<<"a("<<i<<")=  "; cin>>a[i];}
 cout<<"Al doilea polinom"<<endl;
 cout<<"Gradul = "; cin>>m;
 cout<<"Coeficientii: "<<endl;
 for (j=0;j<=m;j++) {cout<<"b("<<j<<")=  "; cin>>b[j];}
 for (i=0;i<=n;i++)
    for (j=0;j<=m;j++) c[i+j]=c[i+j]+a[i]*b[j];
 cout<<"Coeficientii polinomului produs:"<<endl;
 for (i=0;i<=n+m;i++) cout<<"c("<<i<<")= "<<c[i]<<endl;
}
```

Enunțul problemei 3: *Să se afișeze toate numerele prime mai mici decât un număr **n** (n>2) citit de la tastatură.*

Această problemă se poate rezolva și folosind algoritmul cunoscut sub numele de **sita lui Eratostene**. Algoritmul constă în generarea unei mulțimi de numere naturale de la 2 până la *n* (sita). Se extrage primul număr (2) care este un număr prim. Se scot din sită toate numerele care se divid cu el. Se extrage din sită următorul număr, care va fi și el tot prim. Se scot din sită toate numerele care se divid cu el. Procesul continuă până când sita rămâne goală (au fost extrase toate numerele:

unele pentru că erau numere prime, iar altele pentru că erau multiplii unui număr prim). Implementarea acestui algoritm nu se poate face decât folosind o structură de date.

Se folosesc următoarele **variabile de memorie:**

- ✓ variabila *a* pentru vectorul în care se generează numerele (sita), *b* pentru vectorul în care se extrag numerele prime şi variabila *n* pentru lungimea logică a vectorului *a*;
- ✓ variabila *i* pentru parcurgerea vectorului *a* şi variabila *j* pentru indicele elementului curent din vectorul *b*;
- ✓ variabila *terminat* pentru a se verifica dacă sita este goală sau nu; poate avea valoarea 0 (valoarea logică *False* – sita nu este goală) sau valoarea 1 (valoarea logică *True* – sita este goală);

Pentru ca algoritmul să fie mai eficient, se vor genera în vectorul *a* numai numerele impare mai mici decât *n*. Eliminarea multiplului unui număr prim din sită se va face atribuindu-i valoarea 0.

Paşii algoritmului sunt:

Pas 1. Se generează în vectorul *a* numerele impare mai mici decât *n*. Primul număr din vectorul *a* este 3, care este un număr prim.

Pas 2. Se fac iniţializările: *terminat=0*, b[0]=2; j=0 (s-a scris în vectorul *b* numărul prim 2 care nu există în sită).

Pas 3. Se parcurge vectorul *a* şi se elimină toţi multiplii numărului prim b[j] atribuindu-le valoarea 0.

Pas 4. Se parcurge vectorul *a* până se găseşte primul număr prim (primul număr diferit de 0).

Pas 5. Dacă mai există un număr prim (indicele i este mai mic decât lungimea logică a vectorului (n-2)/2), se copiază acest număr în vectorul b; altfel, se atribuie variabilei *terminat* valoarea 1.

Pas 6. Se analizează valoarea variabilei *terminat*. Dacă are valoarea 0, se revine la **Pas 3.**

Exemplul 3

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j,n,terminat=0,a[50],b[50];
 cout<<"n = "; cin>>n;
 for (i=0;i<(n-1)/2;i++) a[i]=2*i+3;
 b[0]=2; j=0;
 while (!terminat)
   {for (i=0;i<(n-1)/2; i++)
      if ( a[i]%b[j]==0) a[i]=0;
    for (i=0;a[i]==0;i++);
    if (i<(n-1)/2)  {j++; b[j]=a[i];}
                else terminat=1;
   }
 for (i=0;i<=j;i++) cout<<b[i]<<" ";
}
```

Enunțul problemei 4: *Se consideră două mulțimi de numere întregi A şi B. Să se calculeze:*

a) *reuniunea celor două mulțimi:* X=A ∪ B
b) *intersecția celor două mulțimi:* Y=A ∩ B
c) *diferența celor două mulțimi:* Z=A - B

Exemplul 4_a

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j,k,n,m,gasit,a[50],b[50],c[100];
 cout<<"n ="; cin>>n;  cout<<"m ="; cin>>m;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
 for (j=0;j<m;j++) {cout<<"b["<<j+1<<"]=  "; cin>>b[j];}
 k=0;
 for (i=0;i<n;i++) {c[k]=a[i]; k++;}
 for (j=0;j<m;j++)
  {gasit=0;
   for (i=0; i<n && !gasit;i++)
      if (a[i]==b[j]) gasit=1;
   if (!gasit) {c[k]=b[j]; k++;}
  }
 for (i=0;i<k;i++) cout<<c[i]<<"  ";}
```

Exemplul 4_b

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j,k,n,m,a[50],b[50],c[50];
 cout<<"n ="; cin>>n;  cout<<"m ="; cin>>m;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
 for (j=0;j<m;j++) {cout<<"b["<<j+1<<"]=  "; cin>>b[j];}
  for (i=0,k=-1;i<n;i++)
    for (j=0;j<m;j++)
       if (a[i]==b[j]) {k++; c[k]=a[i];}
 if (k==-1)
    cout<<"Intersectia este multimea vida";
  else
    for (i=0;i<=k;i++) cout<<c[i]<<"  ";}
```

Exemplul 4_c

```
#include <iostream.h>
void main()
{int i,j,k,n,m,gasit=0,a[50],b[50],c[50];
 cout<<"n ="; cin>>n;  cout<<"m ="; cin>>m;
 for (i=0;i<n;i++) {cout<<"a["<<i+1<<"]=  "; cin>>a[i];}
 for (j=0;j<m;j++) {cout<<"b["<<j+1<<"]=  "; cin>>b[j];}
 for (i=0,k=0;i<n;i++)
   {for (j=0; j<m && !gasit;j++)
       if (a[i]==b[j]) gasit=1;
    if (!gasit) {c[k]=a[i]; k++;}
   }
 if (k==0)
    cout<<"Diferența este multimea vida";
  else
 for (i=0;i<k;i++) cout<<c[i]<<"  ";}
```

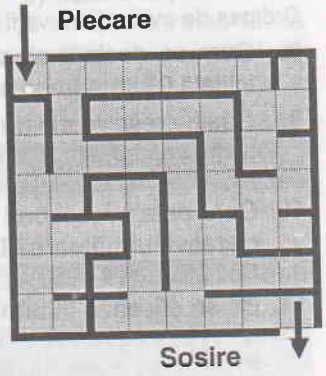
Evaluare

Răspundeți:

1. Descrieți cum pot fi organizate datele în colecții. Dați exemple de organizare a datelor în colecții.
2. Se consideră o matrice cu 3 linii și 5 coloane. Arătați cum vor fi aranjate în memorie elementele matricei dacă ele sunt înregistrate în ordinea liniilor. Arătați cum vor fi aranjate și în cazul în care ar fi înregistrate în ordinea coloanelor. Ce constatați? Cum vor fi aranjate în memorie elementele acestei matrice dacă va fi implementată în limbajul C++?

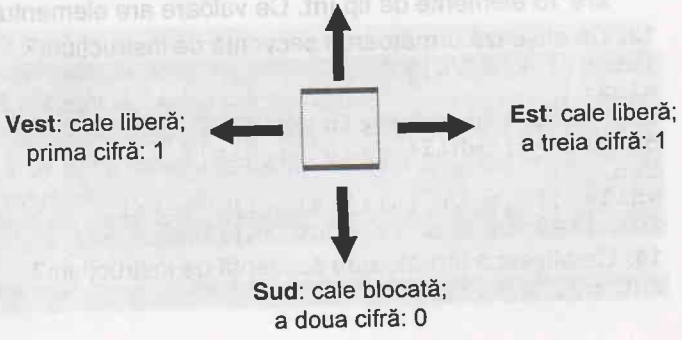
1	2	3	4	5
5	4	3	2	1
1	3	5	2	4

3. Construiți o structură de date de tip tabel în care să înregistrați notele elevilor din clasă pe semestrul 1 la disciplina „Informatică".
4. Dacă elementele unei matrice cu 5 linii și 8 coloane sunt înregistrate în ordinea liniilor începând de la adresa de memorie 100, care este adresa elementului din linia 4 și coloana 5? Datele memorate în matrice sunt de tip **int**.
5. Dacă elementele unei matrice cu **m** linii și **n** coloane sunt înregistrate în memoria internă în ordinea coloanelor, care este formula prin care calculați numărul de ordine al elementului din linia **i** și coloana **j**?
6. Se consideră labirintul din figură. Cu ajutorul calculatorului trebuie să se găsească drumul prin labirint.
   a) Să se găsească metoda de reprezentare a labirintului în memoria internă.
   b) Să se exprime condiția de ieșire din labirint.

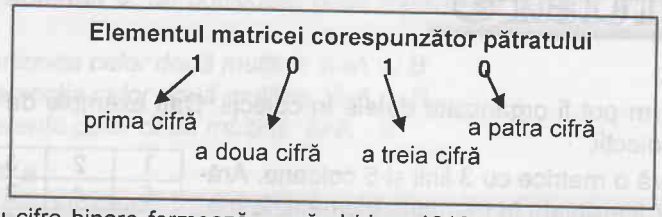


Labirintul reprezintă datele de intrare ale problemei, iar datele de ieșire vor fi reprezentate prin soluțiile sau soluția de parcurgere a labirintului de la **plecare** la **sosire**. Cea mai simplă metodă de reprezentare a labirintului este prin intermediul **tablooului bidimensional** (matricea). Fiecare element al matricei va corespunde unui pătrat din labirint și va memora informații despre acest pătrat. Aceste informații se referă la mișcările care pot fi executate în pătrat. Fiecărui element al matricei i se atribuie un șir de patru cifre binare construit după următoarele reguli:

- ✓ prima cifră: are valoarea 1 dacă se poate executa un pas spre Vest;
- ✓ a doua cifră: are valoarea 1 dacă se poate executa un pas spre Sud;
- ✓ a treia cifră: are valoarea 1 dacă se poate executa un pas spre Est;
- ✓ a patra cifră: are valoarea 1 dacă se poate executa un pas spre Nord.



Pentru pătratul din exemplu:

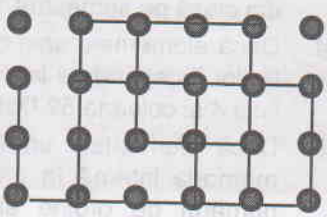


Şirul de patru cifre binare formează numărul binar 1010 care va fi transformat în zecimal. Elementul matricei corespunzător pătratului va memora numărul zecimal întreg 10.

Elementul matricei **L** este **L(i,j)** unde: **i** reprezintă numărul liniei şi poate lua valori de la 1 la 7, iar **j** reprezintă numărul coloanei şi poate lua valori de la 1 la 8.

Elementul matricei care corespunde pătratului prin care se iese din labirint este: L(7,8). Deci: **sosire** = (i == 7) ***&&*** (j = 8) şi **! sosire** = (i != 7) **//** (j != 8)

7. Consideraţi grila din figură formată din puncte şi linii. Construiţi o matrice de date de intrare care să descrie această grilă.



Fiecare element al matricei va conţine informaţii despre un pătrat din grilă. Aşadar, matricea va avea 3 linii şi 5 coloane. Pentru fiecare pătrat se va evidenţia dacă are sau nu fiecare dintre cele patru laturi (0 – dacă nu are şi 1 – dacă are). Ordinea de evidenţiere va fi N, E, S, V.

8. Cum se declară un vector cu 10 elemente de tip întreg care să aibă valoarea iniţială 0?

9. Găsiţi greşelile din următoarele instrucţiuni declarative:

```
const int DIM=10;
int n, a[n], b[dim], B[10], c[10,20];
```

10. Care este succesorul elementului a[i][j] al matricei definită prin instrucţiunea declarativă următoare? Dar predecesorul său?

```
int i,j, a[4][5];
```

11. Ce se afişează în urma execuţiei următoarei secvenţe de instrucţiuni?

```
int a[3]={1,2,3}, b[3];
b=a;
cout<<b[0]+b[1]*b[2];
```

12. Fie matricea cu 3 linii şi 5 coloane de tip **int** în care se înregistrează coloană cu coloană primele 15 numere naturale pare (a[0][0]=2; a[1][0]=4; ..., a[0][1]=8; etc.). Elementele matricei *a* se copiază în ordine linie cu linie, în vectorul *b* care are 15 elemente de tip **int**. Ce valoare are elementul b[5]?

13. Ce afişează următoarea secvenţă de instrucţiuni?

```
int n,i,k,a[20];
cin>>n;
for (i=0;i<n;i++) cin>>a[i];
do cin>>k; while (k<0 || k>n);
i=n;
while (i != k) {a[i]=a[i-1]; i--;}
for (i=0;i<=n;i++) cout>>a[i];
```

14. Ce afişează următoarea secvenţă de instrucţiuni?

```
int n,i,k,x,a[20];
```

```
cin>>n; cin>>k;
for (i=0;i<n;i++) cin>>a[i];
x=a[k];
for (i=k;i<n-1;i++) a[i]= a[i+1];
a[n-1]=x;
```

15. Ce afişează următoarea secvenţă de instrucţiuni?

```
int n,i,j,k=0,a[20];
cin>>n;
.......     //se citsc elementele vectorului a de la tastatură
for (i=0;i<n-1;i++)
  for (j=i+1;j<n;j++)
     if (a[i]==a[j]) k++;
```

16. Câte comparaţii se execută pentru sortarea unui vector cu *n* componente folosind metoda selectării directe?
17. Câte comparaţii se execută pentru sortarea unui vector cu *n* componente folosind metoda bulelor?
18. Câte comparaţii se execută pentru sortarea unui vector cu *n* componente folosind metoda inserării directe?
19. Câte comparaţii se execută pentru sortarea unui vector cu *n* componente folosind metoda inserării rapide?
20. Comparaţi, din punct de vedere al eficienţei, algoritmii de sortare care sortează un vector în el însuşi. Folosiţi pentru analizarea complexităţii lor numărul de operaţii elementare. Consideraţi ca operaţie elementară comparaţia.
21. Comparaţi, din punct de vedere al eficienţei, algoritmii de sortare care sortează un vector în el însuşi. Folosiţi pentru analizarea complexităţii lor timpul maxim de execuţie. Consideraţi cazul cel mai defavorabil: un vector sortat în ordine inversă.

Adevărat sau fals:

1. Tabloul de memorie este o structură de date externă.
2. Tabloul de memorie este o structură de date dinamică deoarece i se poate modifica lungimea logică la execuţia programului.
3. Tabloul de memorie se creează într-o zonă continuă de memorie internă.
4. Tabloul de memorie este întotdeauna o structură de date temporară.
5. Tabloul de memorie de tip matrice nu este o structură de date liniară.
6. Pentru indicii unui vector se pot folosi numere reale.
7. Cu declaraţiile următoare se poate folosi variabila x pentru a memora 15 numere întregi:

```
typedef int vec int[3];_
vec_int x[5];
```

8. Pentru variabila *x* definită anterior este corectă atribuirea:

```
x[2] = {1,2,3};
```

9. Cu declaraţiile următoare se obţin tablourile de memorie x şi *y*, echivalente din punct de vedere al implementării:

```
typedef int vec int[3];_
vec int x[5];
int y[5][3];
```

10. Cu declarația următoare se obțin tablourile de memorie x și *y*, echivalente din punct de vedere al implementării:

```
int x[3][5], y[5][3];
```

11. Cu declarația următoare se obțin tablourile de memorie x și *y*, echivalente din punct de vedere al implementării:

```
int x[15], y[5][3];
```

12. În matricea pătrată *a*, cu *n* linii și *n* coloane, elementul a[n-2][n-2] aparține diagonalei principale.

13. În matricea pătrată *a*, cu *n* linii și *n* coloane, elementul a[n-2][3] aparține diagonalei secundare.

14. În matricea pătrată *a*, cu *10* linii și *10* coloane, elementul a[3][2] se găsește deasupra diagonalei principale.

15. În matricea pătrată *a*, cu *10* linii și *10* coloane, elementul a[3][2] se găsește sub diagonala secundară.

16. Secvența următoare de program calculează minimul elementelor de pe diagonala principală a unei matrice pătrate *a*, de dimensiune *n×n*:

```
int n,i,x,a[50][50];
.................
for (i=1;i<n;i++)
  if (a[i][i]<a[0][0])
     {x=a[i][i]; a[i][i]=a[0][0]; a[0][0]=x;}
```

17. Algoritmul de căutare binară se folosește pentru a sorta elementele unui vector.

Alegeți:

1. Puteți să aflați informații dintr-o structură de date, prin operația de:

a) actualizare
b) sortare
c) consultare
d) divizare

2. Dintr-o structură de date obțineți mai multe structuri de date, prin operația de:

a) divizare
b) concatenare
c) redenumire
d) actualizare

3. Se consideră următoarea matrice, stocată în memoria internă a calculatorului în ordinea coloanelor. Elementul cu numărul de ordine 5 este:

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	o

a) e
b) g
c) h

4. Se consideră următoarea matrice cu numele *alfa*, stocată în memoria internă a calculatorului în ordinea liniilor. Elementul *alfa(2,3)* are valoarea:

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15

a) 12
b) 8
c) 6

5. Care dintre următoarele variante nu reprezintă declararea corectă a două variabile de memorie de tip întreg?

a) **int** x,y;
c) **typedef** intreg **int;** intreg x,y;

b) **unsigned** x; **long** y;
d) **int** x[2];

6. Care dintre următoarele secvențe de instrucțiuni determină, în variabila reală *max*, cel mai mare element dintr-un vector *a* cu numere întregi?

a)
```
max =0;
for (i=0; i<n; i++)
  if (max<a[i]) max=a[i];
```
b)
```
max = a[0];
for (i=1; i<=n; i++)
  if (max<a[i]) max=a[i];
```
c)
```
max= a[0];
for (i=1; i<n; i++)
  if (max>a[i]) max=a[i];
```
d)
```
max= a[n-1];
for (i=1; i<n; i++)
  if (max<a[i-1]) max=a[i-1];
```

7. Care dintre următoarele secvențe de instrucțiuni determină, în variabila întreagă *s*, suma elementelor de sub diagonala secundară a unei matrice pătrate *a*, cu numere întregi, cu dimensiunea *n×n* ?

a)
```
s=0;
for (i=0; i<n; i++)
  for (j=i+1; j<n; i++)
    s+=a[i][j];
```
b)
```
s=0;
for (i=0; i<n; i++)
  for (j=i; j<n; i++)
    s+= a[i][j];
```
c)
```
s=0;
for (i=0; i<n; i++)
  for (j=0; j<=i-1; i++)
    s+= a[i][ n-j-1];
```
d)
```
s=0;
for (i=1; i<n; i++)
  for (j=1; j<=i; i++)
    s+= a[i][n-j];
```

8. Secvența următoare de program realizează:
```
int n,i,x,a[20];
.................
for (i=0;i<n-1;i++)
  if (a[i+1] < a[i])  {x=a[i]; a[i]=a[i+1]; a[i+1]=x}
```
a) sortarea crescătoare a vectorului folosind metoda selectării directe;
b) calcularea valorii minime a elementelor în primul element al vectorului;
c) calcularea valorii maxime a elementelor în ultimul element al vectorului;
d) sortarea descrescătoare a vectorului folosind metoda inserării directe.

9. Secvența următoare de program realizează:
```
int n,i,x,p,q,a[20][20];
.................
for (i=0;i<n;i++)
  {x=a[i][q]; a[i][q]=a[i][p]; a[i][p]=x}
```
a) sortarea elementelor de pe linia *i* folosind metoda selectării directe;
b) interschimbarea coloanei *p* cu coloana *q*;
c) interschimbarea liniei *p* cu linia *q*;
d) sortarea elementelor de pe linia *i* folosind metoda bulelor.

10. Dacă vectorii *a* și *b* se folosesc pentru a memora elementele a două mulțimi, A și B, secvența următoare de program realizează, în vectorul *c*:
```
int i,j,k,n,m,a[50],b[50],c[50];
.....................................
for (k=0,i=0;i<n;i++)
   for (j=0;j<m;j++)
      if (a[i]==b[j]) {c[k]=a[i]; k++;}
```
a) A∪B b) A∩B c) A-B c) B-A

Rezolvați:

1. Un vector conține maxim 50 de numere întregi. Lungimea vectorului și elementele sale se citesc de la tastatură. Să se afișeze câte dintre elemente au valoarea mai mare decât media aritmetică a elementelor vectorului.
2. Un vector conține maxim 50 de numere întregi. Lungimea vectorului și elementele sale se citesc de la tastatură. Să se afișeze câte dintre elemente au valoarea egală cu suma elementelor vecine.
3. Un vector conține maxim 50 de numere întregi. Lungimea vectorului și elementele sale se citesc de la tastatură. Să se afișeze suma elementelor impare aflate pe pozițiile pare.
4. Doi vectori conțin fiecare maxim 50 de numere reale. Lungimile vectorilor și elementele lor se citesc de la tastatură. Să se afișeze câte dintre elementele primului vector sunt strict mai mari decât toate elementele celui de al doilea vector.
5. Se citesc de la tastatură un număr natural *n* și două valori reale *x* și *y*. Să se genereze recursiv într-un vector primii *n* termeni ai șirului: 1,1,2,3,3,4,5,5, ... Să se afișeze câți termeni ai șirului sunt mai mari decât *x* și mai mici decât *y* și care sunt aceștia termeni.
6. Să se verifice că un vector cu n componente numere întregi are proprietatea: elementele sale sunt cifre binare alternative ({0,1,0,1,0,1,...} sau {1,0,1,0,1,0,...}).
7. Se consideră trei vectori cu elemente numere întregi: *a*, *b* și *c*, cu lungimea *n*. Lungimea vectorilor și elementele vectorilor *a* și *b* se citesc de la tastatură. Să se afișeze vectorul *c* ale cărui elemente se generează astfel:
   a) c[i] este modulul diferenței a[i]-b[i];
   b) c[i] este maximul dintre a[i] și b[i];
   c) c[i] este minimul dintre a[i] și b[n-i-1].
8. Să se genereze în doi vectori *a* și *b*, și apoi să se afișeze, termenii șirurilor a_n și b_n, definite recursiv astfel:

   $a_n = (a_{n-1} + b_{n-1})/2$ ..... $b_n = (a_{n-1} + 2 \times b_{n-1})/3$

   $a_1 = (a_0 + b_0)/2$ $b_1 = (a_0 + 2 \times b_0)/3$

   unde a_0, b_0 și n se citesc de la tastatură.
9. Un vector *a* conține maxim 100 de numere întregi. Lungimea vectorului și elementele sale se citesc de la tastatură. Să se copieze într-un vector *b* toate elementele din vectorul *a* care au valoarea egală cu codul ASCII al unei litere. Să se sorteze crescător vectorul *b* folosind metoda bulelor și să se afișeze literele din vectorul *b*.
10. Se consideră un vector *a* cu elemente numere întregi, cu lungimea *n*, *n* fiind un număr par. Lungimea vectorului, un număr natural *k* ($1 \le k \le n-2$) și elementele sale a[0], a[1], a[2], ..., a[n-1] se citesc de la tastatură. Să se rearanjeze elementele vectorului și să se afișeze astfel:
    a) a[n-1], a[0], a[1], a[2], ..., a[n-2];
    b) a[1], a[2], a[3], ..., a[n-1], a[0];
    c) a[1], a[0], a[3], a[2], ..., a[n-1], a[n-2];
    d) a[n-2], a[n-1], a[n-4], a[n-3], ..., a[2], a[3], a[0], a[1];
    e) a[k], a[k+1], a[k+2], ..., a[n-2], a[n-1], a[0], a[1], ..., a[k-2], a[k-1].

11. Se consideră doi vectori cu elemente numere întregi *a* şi *b*, cu lungimea *n*. Lungimea vectorilor şi elementele vectorului *a* se citesc de la tastatură. În vectorul *b* în elementul b[i] se calculează suma cifrelor elementului a[i]. Să se afişeze numărul care are cea mai mare sumă a cifrelor şi al câtelea număr citit a fost. Dacă sunt mai multe numere care au suma cifrelor maximă, să se afişeze numărul de ordine la citire pentru fiecare dintre ele.
12. Se consideră două mulţimi A şi B. Să se verifice dacă:
    a) $A \subset B$; b) $A \supset B$; c) $A=B$.
13. Se consideră două mulţimi A şi B. Să se calculeze produsul cartezian $A \times B$.
14. Se citeşte de la tastatură un număr întreg cu maxim 20 de cifre. Să se verifice dacă numărul este palindrom (**Indicaţie**. Cifrele numărului vor fi citite într-un vector.)
15. Să se memoreze într-un vector cifrele reprezentării în baza 2 ale unui număr *n* citit de la tastatură şi să se afişeze numărul binar obţinut.
16. Să se memoreze într-un vector *n* cifre. Să se afişeze cel mai mic număr care se poate obţine cu aceste cifre.
17. Să se genereze toate numerele cu *n* cifre (*n* se citeşte de la tastatură şi $n \leq 20$) care sunt egale cu suma cuburilor cifrelor lor.
18. Se consideră un vector *a* cu elemente numere întregi, cu lungimea *n*. Să se rearanjze elementele vectorului astfel încât numerele pare să fie scrise înaintea numerelor impare.
19. Să se verifice că o matrice pătrată cu dimensiunea $n \times n$ (*n* se citeşte de la tastatură) este matricea zero (matricea care are toate elementele egale cu 0).
20. Să se verifice dacă o matrice pătrată cu dimensiunea $n \times n$ este:
    a) simetrică faţă de axa orizontală,
    b) simetrică faţă de axa verticală,
    c) simetrică faţă de diagonala principală,
    d) simetrică faţă de diagonala secundară.
21. Să se afişeze elementele de pe conturul matricei, parcurgerea lor făcându-se în sens invers trigonometric.
22. Se consideră o matrice pătrată *a* cu dimensiunea $n \times n$ (*n* impar) şi un vector *b* cu $n \times n$ elemente. Numărul *n* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Să se copieze în vectorul *b* elementele matricei *a* parcurse:
    a) linie cu linie,
    b) coloană cu coloană,
    c) în spirală (pornind de la elementul a[0][0] în sens invers trigonometric).
23. Se consideră o matrice *a* cu *n* linii şi *m* coloane cu elemente numere reale. Valorile pentru *n* şi *m* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Se mai citesc de la tastatură două numere întregi *p* ($1 \leq p \leq n$) şi *q* ($1 \leq q \leq m$). Să se elimine din matrice linia *p* şi coloana *q*. Să se afişeze matricea obţinută.
24. Se consideră o matrice *a* cu *n* linii şi *m* coloane cu elemente numere reale. Valorile pentru *n* şi *m* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Se mai citesc de la tastatură două numere întregi *p* ($1 \leq p \leq n$) şi *q* ($1 \leq q \leq n$). Să se interschimbe liniile *p* şi *q* ale matricei. Să se afişeze matricea obţinută.

25. Se consideră o matrice *a* cu *n* linii şi *m* coloane cu elemente numere reale. Valorile pentru *n* şi *m* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Se mai citesc de la tastatură două numere întregi *p* (1≤p≤m) şi *q* (1≤q≤m). Să se interschimbe coloanele *p* şi *q* ale matricei. Să se afişeze matricea obţinută.
26. Se consideră o matrice *a* cu *n* linii şi *m* coloane cu elemente numere reale. Valorile pentru *n* şi *m* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Să se bordeze matricea cu coloana *m+1*, ale cărei elemente a[i][m+1] au ca valoare media aritmetică a celor *m* elemente din linia *i*, şi cu linia *n+1*, ale cărei elemente a[n+1][j] au ca valoare media aritmetică a celor *n* elemente din coloana *j*. Să se afişeze matricea obţinută.
27. Se consideră o matrice a cu *n* linii şi *m* coloane cu elemente numere reale. Valorile pentru *n* şi *m* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Să se afişeze numărul liniei şi numărul coloanei pe care suma elementelor este maximă.
28. Se consideră o matrice pătrată cu dimensiunea *n×n* şi un vector cu *n* elemente. Numărul *n* şi elementele matricei şi ale vectorului se citesc de la tastatură. Să se verifice dacă elementele vectorului formează o linie sau o coloană a matricei. În caz afirmativ să se afişeze un mesaj în care să se precizeze numărul liniei şi/sau al coloanei.
29. Găsiţi metoda adecvată prin care să memoraţi coordonatele carteziene în spaţiu (x_i, y_i, z_i) a *n* vectori, astfel încât să puteţi implementa un algoritm cât mai eficient care să afişeze vectorii perpendiculari (vectorii al căror produs scalar este 0). Afişaţi vectorii perpendiculari.
30. Se consideră o matrice pătrată cu elemente numere întregi cu dimensiunea *n×n*. Numărul *n* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Să se afişeze:
    a) elementele situate deasupra diagonalei principale;
    b) elementele situate sub diagonala secundară.
31. Se consideră o matrice pătrată cu elemente numere întregi cu dimensiunea *n×n*. Numărul *n* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Să se afişeze:
    a) suma elementelor situate deasupra diagonalei principale;
    b) suma elementelor situate sub diagonala secundară;
    c) simetrica matricei faţă de axa verticală care trece prin centrul matricei,
    d) simetrica matricei faţă de axa orizontală care trece prin centrul matricei,
    e) simetrica matricei faţă de diagonala principală,
    f) simetrica matricei faţă de diagonala secundară.
32. Se consideră o matrice pătrată cu elemente numere întregi cu dimensiunea *n×n*. Numărul *n* şi elementele matricei se citesc de la tastatură. Să se ordoneze:
    a) crescător, elementele de pe diagonala principală, folosind metoda selecţiei directe;
    b) descrescător, elementele de pe diagonala secundară, folosind metoda bulelor;
    c) crescător, elementele de pe linia *p*, folosind metoda inserării directe (*p* se citeşte de la tastatură);
    d) descrescător, elementele de pe coloana *q*, folosind metoda inserării rapide (*q* se citeşte de la tastatură).

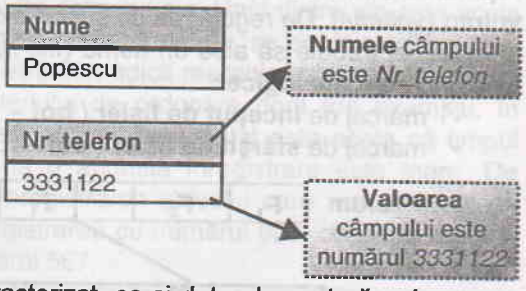
5.5. Fişierele

Să presupunem că trebuie să folosiţi o structură de date pentru a păstra informaţiile despre elevii unei clase: numele elevilor, mediile semestriale la disciplinele de studiu şi mediile anuale. Datele prin care se înregistrează numele şi prenumele elevilor sunt de tip şir de caractere, iar cele care înregistrează mediile sunt de tip real. Tablourile de memorie sunt însă structuri de date omogene. Pentru a înregistra aceste date în vederea prelucrării, ar trebui să se folosească două tablouri de memorie: unul pentru numele şi prenumele elevilor (*a*), iar altul pentru medii (*b*). Ambele tablouri au acelaşi număr de linii, egal cu numărul elevilor din clasă. Legătura între cele două tablouri se face prin indice: elevului cu numele **a[i][1]** şi prenumele **a[i][2]** îi corespund mediile **b[i][j]**. Procesul de prelucrare se complică din cauză că trebuie folosite două tablouri şi trebuie avută grijă să se respecte corespondenţa între indici. În plus, o astfel de structură de date este temporară. De fiecare dată când se foloseşte programul pentru calcularea mediilor, trebuie introduse din nou toate datele de intrare. În astfel de aplicaţii se preferă un alt tip de structură de date, şi anume **fişierul de date.**

La fel ca şi o bibliotecă, memoria externă poate fi folosită pentru a **păstra informaţia.** Metoda folosită este de a grupa informaţiile în colecţii de date numite fişiere.

Pentru a înţelege modul în care lucrează **fişierele de date,** trebuie înţeles mai întâi modul în care sunt organizate datele în fişiere. Pentru a fi prelucrate de calculator sau păstrate în memoria externă, datele sunt organizate de obicei în grupuri. Fiecare grup este mai complex decât precedentul său:

- ✓ **Câmpul** (*field*) conţine un set de caractere care au o legătură între ele şi care formează împreună o entitate de informaţie. El păstrează aceeaşi categorie de informaţie pentru tot fişierul. De exemplu, în şcoală, într-o evidenţă a elevilor, numele este un câmp, prenumele alt câmp, adresa alt câmp, numărul de telefon alt câmp etc. Fiecare câmp este caracterizat, ca şi data elementară, prin nume, tip şi valoare. În plus, în unele cazuri trebuie precizată şi lungimea câmpului.



- ✓ **Înregistrarea** (*record*) este o colecţie de câmpuri care au o legătură între ele, deoarece în multe dintre aplicaţii sunt necesare mai multe câmpuri care să fie prelucrate împreună. De exemplu, toate informaţiile despre un elev, inclusiv un număr de identificare a elevului, formează o înregistrare. Pentru a permite operaţii de prelucrare mai complexe, numele elevului nu este înregistrat într-un singur câmp ci în trei câmpuri: nume, iniţiala tatălui şi prenume. Principala caracteristică a înregistrării este aceea că ea conţine informaţii care vor fi prelucrate împreună (în exemplu, informaţii care se referă la un elev). Înregistrarea poate conţine un câmp sau mai multe câmpuri şi poate avea diferite lungimi. Dacă ea este formată dintr-un număr fix de câmpuri de lungime fixă, va avea o lungime fixă, altfel lungimea sa este variabilă.

- ✓ **Fişierul** (*file*) este o colecţie de înregistrări legate între ele. Toate înregistrările despre elevii şcolii pot forma un fişier. Prelucrarea datelor din fişier se poate face secvenţial sau în acces direct. Pentru a avea acces direct la o înregistrare, se poate alege unul dintre câmpuri pentru a identifica unic înregistrarea (de exemplu, numărul matricol al elevului).

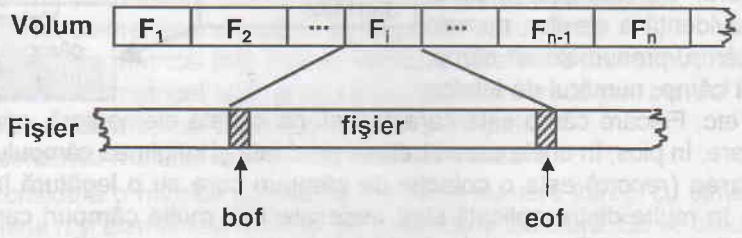
Înregistrarea poate fi şi ea considerată o structură de date, în care elementele structurii sunt câmpurile. Accesul la elementele structurii se face prin numele câmpului. Din această cauză sistemul trebuie să aibă informaţii explicite despre câmpuri, adică despre elementele care compun structura. Aceste informaţii se referă la numele câmpului, tipul datelor memorate în câmp şi lungimea câmpului.

Aşadar, fişierul este o structură de date în care elementele structurii sunt înregistrările. Identificarea unui element se face printr-un număr de ordine numit **numărul înregistrării** (*record number*). De exemplu, dacă în şcoală sunt 1500 de elevi, fişierul de date *elevi* va avea 1500 de înregistrări, câte o înregistrare pentru fiecare elev, cărora li se va atribui un număr unic de la 1 la 1500, în ordinea în care au fost scrise în fişier. Înregistrarea cu numărul 9 înseamnă a noua înregistrare din fişier. **Înregistrarea curentă** este înregistrarea care se prelucrează la un moment dat.

Fişierul (*file*) este o structură de date externă formată dintr-o mulţime ordonată de înregistrări, ordonarea făcându-se după numărul înregistrării (un număr atribuit unic înregistrării, atunci când aceasta este adăugată la fişier).

Fişierul este memorat pe un suport de informaţie. Suportul de informaţie se numeşte **volum** (*volume*). De regulă, pe un suport există mai multe fişiere. Pentru a identifica un fişier, el trebuie să aibă un nume (*file name*). Delimitarea fişierului pe suport se face prin **marcaje logice** :

- ✓ marcaj de **început de fişier** (**bof** – *Begin Of File*),
- ✓ marcaj de **sfârşit de fişier** (**eof** – *End Of File)*



Limbajele care permit prelucrarea fişierelor pun la dispoziţia utilizatorului două funcţii prin care se poate testa dacă înregistrarea curentă este marcajul de început sau de sfârşit de fişier.

Prelucrarea datelor dintr-un fişier presupune următoarele operaţii:

1. Se **deschide** (*open*) fişierul de date. În urma acestei operaţii i se atribuie o zonă de lucru în memoria internă, în care se transferă de pe disc înregistrările care se prelucrează. Tot în această zonă se păstrează informaţii despre starea fişierului

de date: numărul total de înregistrări, numărul înregistrării curente (înregistrarea care se prelucrează la un moment dat) etc.

2. Se **exploatează** fişierul de date executându-se diferite operaţii de actualizare (adăugare, ştergere, modificare) sau de consultare. Aceste operaţii se realizează la nivel de înregistrare, adică, la un moment dat, nu se poate şterge, adăuga sau modifica decât câte o singură înregistrare. Selectarea înregistrării asupra căreia acţionează operaţia de actualizare sau consultare se face prin mecanismul **indicatorului de înregistrare** care este o variabilă de memorie în care se păstrează **numărul înregistrării curente**. În general, limbajele folosite pentru dezvoltarea programelor de exploatare a fişierelor de date pun la dispoziţie funcţii prin care furnizează numărul înregistrării curente şi numărul total de înregistrări din fişier. Exploatarea fişierului se desfăşoară astfel:
   - ✓ Se caută în fişierul de pe disc înregistrarea care urmează să fie prelucrată (actualizată sau consultată). Identificarea ei se poate face după numărul ei.
   - ✓ Dacă se găseşte înregistrarea, ea este copiată într-o zonă din memoria internă alocată de sistem pentru prelucrarea fişierului.
   - ✓ Se prelucrează înregistrarea.
   - ✓ Dacă operaţia de prelucrare a fost o operaţie de actualizare, înregistrarea este copiată din memoria internă pe disc, înlocuind vechea înregistrare.
3. Se **închide** (*close*) fişierul de date când se eliberează zona de memorie alocată pentru lucru.

Prelucrarea înregistrărilor unui fişier se poate face în acces secvenţial sau în acces direct:

- ✓ **Accesul secvenţial** prezintă mai multe dezavantaje. Unul dintre ele este acela că, pentru reorganizarea fişierului într-o anumită ordine, se consumă timp pentru operaţia de sortare fizică a înregistrărilor, adică rearanjarea înregistrărilor pe suportul de informaţie conform criteriului de ordonare dorit (de exemplu, în ordinea alfabetică a numelui elevilor). Un alt dezavantaj este acela că timpul necesar pentru a asigura accesul la o anumită înregistrare este mare. De exemplu, pentru a avea acces la înregistrarea elevului care are numărul de ordine 567, căutarea începe cu înregistrarea cu numărul 000, continuă cu 001, 002 ş.a.m.d. până se ajunge la numărul 567.
- ✓ **Accesul direct** prezintă avantajul că poate localiza rapid o înregistrare, în funcţie de valoarea unui câmp stabilit pentru identificare. Accesul direct la înregistrările fişierului presupune însă un anumit mod de organizare a datelor pe suport, care consumă mai mult suport de memorare decât cel secvenţial. Se recomandă folosirea accesului secvenţial, atunci când aceeaşi operaţie se execută asupra unui număr mare de înregistrări din fişier şi în cazul listării unor rapoarte, iar accesul direct, în cazul în care se prelucrează un număr mic de înregistrări care vor fi localizate după valoarea unui anumit câmp.

Aşadar, **fişierul este o zonă de memorie externă (mai multe sectoare de disc ce nu sunt obligatoriu aranjate continuu) căreia i se atribuie un nume şi care permite memorarea mai multor înregistrări. Această colecţie de înregistrări poate fi tratată ca un tot unitar sau ca ansamblu de elemente independente.**

Fişierul este o structură de date omogenă (este format din elemente de acelaşi tip, adică din înregistrări), cu acces direct sau secvenţial (în funcţie de modul în care a fost organizat pe suportul de informaţie), externă, permanentă şi dinamică.

Aşadar, implementarea unui fişier se face:

- ✓ **Din punct de vedere logic**. Fişierul este o structură de date omogenă cu elemente de acelaşi tip numite înregistrări. Este o structură liniară, în care fiecare înregistrare, cu excepţia ultimeia, are un succesor unic, localizarea unui element în cadrul structurii făcându-se după numărul de ordine al înregistrării. Scrierea înregistrărilor în fişier se face în ordinea în care sunt scrise de la tastatură.
- ✓ **Din punct de vedere fizic**. Fişierului i se alocă memorie pe suportul de informaţie, de către sistemul de operare. Alocarea se face dinamic, în funcţie de necesităţile fişierului, în zonele libere ale suportului, sub forma unor porţiuni de suport numite unităţi de alocare. Evidenţa unităţilor de alocare care aparţin aceluiaşi fişier este în sarcina sistemului de operare.

Asupra fişierelor se pot executa toate operaţiile prezentate la pagina 157. Atunci când fişierul este copiat, mutat, redenumit sau şters, ansamblul de înregistrări este tratat ca un tot unitar, iar când se execută operaţii de actualizare sau consultare, înregistrarea este tratată ca o structură de date independentă.

În limbajul C++ sunt implementate două tipuri de fişiere:

- ✓ **Fişiere text**. Conţin numai caractere reprezentate în codul ASCII, iar înregistrarea este o linie de text.
- ✓ **Fişiere binare**. Înregistrările sunt de acelaşi tip (fie date elementare de tip **int**, **float** etc.), fie structuri de date organizate sub forma unei colecţii de câmpuri.

Cunoştinţele dobândite până în acest moment nu vă permit lucrul cu fişierele binare care conţin înregistrări structurate în câmpuri.

5.6. Implementarea fişierelor text în limbajul C++

Fişierul text are următoarele caracteristici:

- ✓ Este o **colecţie de linii de text.** Liniile de text au lungimi diferite. Fiecare linie de text reprezintă o înregistrare. Aşadar, fişierul text este un fişier cu înregsitrări de lungime variabilă.
- ✓ În cadrul unei înregistrări, entitatea prelucrată este octetul. Conţinutul unui octet este interpretat ca fiind codul ASCII al unui caracter.
- ✓ Liniile de text (înregistrările de lungime variabilă) sunt separate de marcajul **newline** (**'\n'**) care se generează la apăsarea tastei **Enter**.
- ✓ Fişierul de text se termină prin marcajul **eof**[1] (**end of file**) care se generează prin apăsarea tastelor **Ctrl+Z** şi care are codul ASCII $1A_{(16)}=26_{(10)}$.
- ✓ **Entitatea prelucrată într-o operaţie de citire sau de scriere este octetul.**
- ✓ Selectarea octetului asupra căruia acţionează operaţia de citire sau de scriere se face prin mecanismul **pointerului către octet**, care este o variabilă de me-

[1] Marcajele **newline** şi **eof** sunt inserate automat în fişier la crearea lui prin operaţia de scriere.

morie în care se păstrează **adresa octetului curent**. Putem să ne închipuim acest pointer ca pe un cursor care se deplasează cu o poziție (cu un octet) după fiecare operație de citire sau scriere.

✓ Fișierele text pot fi citite și modificate cu orice editor de texte.

Numele fișierului. Fișierul are două nume:

✓ **Numele extern** sau **numele fizic**. Este numele sub care este cunoscut de sistemul de operare, adică numele cu care este înregistrat în director.

✓ **Numele intern** sau **numele logic**. Este numele sub care este cunoscut în cadrul programului, adică identificatorul care i s-a atribuit în program.

Starea fișierului poate fi:

1. **Închis** (*close*). Fișierul nu poate fi folosit (nu este disponibil pentru operațiile de citire și de scriere). Este starea la începutul execuției programului.
2. **Deschis** (*open*). Fișierul poate fi folosit pentru citire sau scriere. El poate fi:
   ✓ deschis pentru citire,
   ✓ deschis pentru scriere.

Poziția prelucrată din fișier la:

1. **Citire:**
   ✓ la deschidere, pointerul indică poziția primului octet din fișier;
   ✓ fiecare operație de citire deplasează pointerul la octetul următor; acest proces de avansare poate continua până când pointerul va fi poziționat pe marcajul de sfârșit de fișier (**eof**).
2. **Scriere:**
   ✓ la deschidere, pointerul indică primul caracter din fișier, la operația de creare, sau marcajul **eof**, la operația de adăugare;
   ✓ fiecare operație de scriere adaugă un nou octet la fișier, crescând dimensiunea acestuia, și deplasează pointerul cu o poziție.

Pentru operațiile de citire și de scriere se construiesc, cu ajutorul limbajului, fluxuri de date. Fluxurile de date sunt conectate la fișiere. Există două **fișiere text standard**, care au numele logic:

✓ **cin** – este un fișier text de intrare (asupra lui se poate executa numai operația de citire) și este atribuit tastaturii.

✓ **cout** – este un fișier text de ieșire (asupra lui se poate executa numai operația de scriere) și este atribuit monitorului.

5.6.1. Fluxuri de date pentru fișiere text

Dacă declararea fluxurilor de date standard este implementată în bibliotecile sistemului (fișierul antet **iostream.h**), pentru celelalte fișiere trebuie declarat fluxul de date. În programele în care lucrați cu fluxuri de date pentru fișiere trebuie să includeți fișierul antet **fstream.h** cu instrucțiunea pentru preprocesor:

#include <fstream.h>

Declararea unui flux de date pentru un fișier se face cu instrucțiunea:

```
fstream nume_logic (nume_fizic, mod_de_deschidere);
```

unde **nume_logic** este un identificator care se va folosi în program pentru a face referiri la acel fişier, **nume_fizic** este o constantă de tip şir de caractere care reprezintă numele fizic al fişierului (identificatorul său complet pentru sistemul de operare, care va conține inclusiv calea de director, dacă fişierul nu se găseşte în directorul curent), iar **mod_de_deschidere** este o construcție de forma:

ios:: constantă_întreagă

sau mai multe construcții de această formă legate de operatorul **sau logic pe biți** (|), unde **ios::** permite accesul la aceste constante.

Această instrucțiune realizează următoarele:

- ✓ creează fluxul de date între fişier şi program,
- ✓ deschide fişierul, şi
- ✓ conectează fişierul la fluxul de date.

Prin **constantele de sistem** folosite pentru **mod_de_deschidere** stabiliți operațiile care se pot executa cu fişierul conectat la acest flux. Pentru aceste constante există implementate, în biblioteca de fluxuri de date, şi constante simbolice. Ele au următoarea semnificație:

Constanta	Constanta simbolică	Operații permise
0x01	**in**	Fişierul se deschide pentru citire.
0x02	**out**	Fişierul se deschide pentru scriere; dacă fişierul există, scrierea se face la începutul lui (vechiul conținut se pierde), iar dacă fişierul nu există, se creează.
0x04	**ate**	După deschidere (pentru scriere sau pentru citire) se face un salt la sfârşitul fişierului.
0x08	**app**	Fişierul se deschide pentru adăugare (scriere la sfârşitul fişierului); dacă fişierul nu există, se creează.
0x10	**trunc**	Dacă fişierul există, se deschide pentru scriere la începutul lui (datele din fişier se pierd).
0x20	**nocreate**	Fişierul este deschis numai dacă există (dacă nu există, nu va fi creat).
0x40	**noreplace**	Dacă fişierul nu există, este deschis pentru creare, altfel nu este deschis.
0x80	**binary**	Se deschide un fişier binar.

De exemplu, cu instrucțiunile:

```
fstream f1("c:\\alfa.txt", ios::in);
fstream f2("c:\\beta\\alfa.txt", ios::app);
```

se deschid două fluxuri de date pentru două fişiere care vor fi conectate la aceste fluxuri: un flux pentru fişierul *alfa.txt* care se găseşte în directorul rădăcină al discului *C*, referirea lui în program făcându-se cu identificatorul *f1*, şi un flux pentru fişierul *alfa.txt* care se găseşte în subdirectorul *gama* din directorul rădăcină al discului *C*, referirea lui în program făcându-se cu identificatorul *f2*. Fişierul *f1* este deschis numai pentru operația de citire, iar fişierul *f2* numai pentru operația de adăugare.

Deoarece caracterul \ este folosit pentru secvențele **escape**, pentru a-l putea include într-un șir de caractere (cum este cazul identificatorului unui fișier în care caracterul \ este folosit ca separator în calea de directoare), el trebuie scris de două ori.

Cu instrucțiunea:

fstream f1("alfa.txt", **ios::in**), f2("beta.txt", **ios::out**);

se deschid două fluxuri de date pentru două fișiere care vor fi conectate la aceste fluxuri: un flux pentru fișierul *alfa.txt*, referirea lui în program făcându-se cu identificatorul *f1*, și un flux pentru fișierul *beta.txt*, referirea lui în program făcându-se cu identificatorul *f2*. Ambele fișiere se găsesc în directorul curent. Fișierul *f1* este deschis numai pentru operația de citire, iar fișierul *f2* numai pentru operația de scriere.

În prelucrarea unui fișier text vă sunt utile următoarele **funcții de sistem:**

Funcția	Realizează
eof()	Se folosește pentru a detecta sfârșitul de fișier. Dacă valoarea citită în poziția curentă este codul ASCII pentru sfârșit de fișier, funcția furnizează valoarea 1, altfel furnizează valoarea 0.
close()	Închide un fișier deschis.
tellp()/tellg()	Furnizează poziția pointerului față de începutul fișierului la scriere, respectiv la citire. Rezultatul furnizat este de tip **long**.
seekp(x,y)/ seekg(x,y)	Deplasează pointerul în poziția precizată la scriere, respectiv la citire. Parametrul **x** reprezintă deplasarea față de o poziție de referință precizată prin parametrul **y** (care este o constantă de sistem și care poate avea una dintre valorile: **beg** – început de fișier, **cur** – poziția curentă sau **eof** – sfârșit de fișier). Parametrul **x** este de tip **long** și poate avea valori pozitive (deplasarea se face la dreapta poziției de referință) sau negative (deplasarea se face la stânga poziției de referință).
clear(x)	Stabilește starea fluxului de date la valoarea precizată. Parametrul **x** este de tip întreg. Dacă are valoarea *0*, starea fluxului este bună (se poate executa o operație de citire). Dacă are valoarea *1* înseamnă că s-a ajuns la sfârșitul fișierului.
get(x,n,'d')	Extrage un caracter dintr-un șir de caractere **x** până se întâmplă unul dintre evenimentele următoare: a întâlnit marcajul de sfârșit de linie sau marcajul de sfârșit de fișier, au fost citite **n** caractere sau a citit caracterul folosit ca delimitator **'d'**.
get()	Extrage următorul caracter sau marcajul de sfârșit de fișier.
getline(x, n,'d')	Are același efect ca și **get**(x,n,'d'), cu deosebirea că extrage și delimitatorul de sfârșit de linie ('/n' sau **'d'**).

Observație. Apelarea acestor funcții se face cu o construcție de forma:

nume_logic_fișier . nume_funcție(...);

Funcțiile din biblioteca pentru fluxurile de date sunt implementate folosind programarea orientată pe obiecte. Din această cauză, la apelarea lor folosiți operatori a căror semnificație nu a fost definită și nu poate fi definită, neavând cunoștințe despre programarea orientată pe obiecte (cum sunt de exemplu operatorii **.** și **::**). Rețineți doar că aceşti operatori au prioritate maximă. Mai rețineți că accesul la orice constantă de sistem se face prin construcția:

ios:: cor stantă_întreagă

În prelucrarea unui fişier text vă mai sunt utile următoarele **macrocomenzi**, care nu acționează asupra fluxului de date al fişierului, ci chiar asupra fişierului. Din această cauză, pentru a le putea folosi, fişierul trebuie să fie închis. Fişierul header al acestor macrocomenzi este **stdio.h**

Funcția	Realizează
rename (x,y)	Redenumeşte un fişier. Parametrii **x** şi **y** sunt de tip şir de caractere şi reprezintă: **x** numele vechi, iar **y** numele nou.
remove(x)	Şterge un fişier. Parametrul **x** este de tip şir de caractere şi reprezintă numele fişierului.

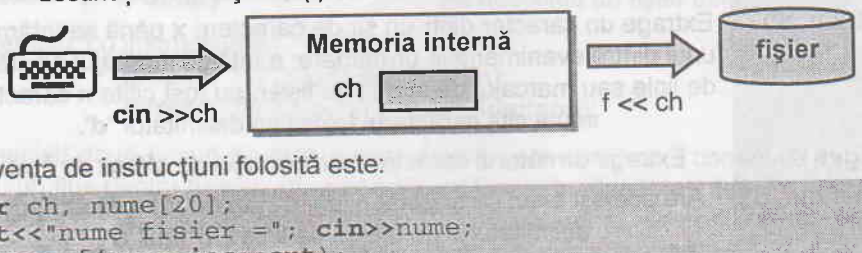
Apelarea lor se face ca în cazul celorlalte funcții şi nu ca a celor din biblioteca de fluxuri.

După ce ați creat fluxul de date pentru un fişier, îl puteți exploata folosind **operatorul de intrare** (>>) şi **operatorul de ieşire** (<<).

Operația de scriere în fişier

Pentru citirea datelor de la tastatură şi scrierea lor într-un fişier text se folosesc două fluxuri de date:

1. **Fluxul de date al tastaturii** (**cin** >> ch) – pentru citire de la tastatură:
   - ✓ sursa este tastatura (fişierul standard **cin**),
   - ✓ destinația este o variabilă de memorie (ch).
2. **Fluxul de date al fişierului** (f << ch) – pentru scriere în fişier:
   - ✓ sursa este variabila de memorie (ch),
   - ✓ destinația este fişierul (f).



Secvența de instrucțiuni folosită este:

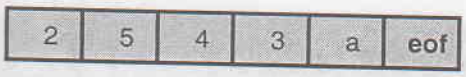
```
char ch, nume[20];
cout<<"nume fisier =";  cin>>nume;
fstream f(nume,ios::out);
while (cin>>ch)  f<<ch;
f.close();
```

Observații:

1. În declararea fluxului de date pentru un fișier cu **fstream** pentru numele logic al fișierului se poate folosi și o variabilă de memorie de tip șir de caractere (în exemplu, variabila *nume*). În acest mod, puteți folosi programul pentru orice fișier text (numele fizic al fișierului va fi comunicat în timpul execuției programului).
2. Expresia `cin>>ch` este folosită pentru a testa momentul în care se termină execuția repetată a instrucțiunii **while**. Prin evaluarea ei se testează de fapt starea fluxului de date al tastaturii: dacă s-a citit un caracter de la tastatură, rezultatul ei va fi un număr diferit de 0 (valoarea logică *True*), iar dacă s-a citit sfârșitul de fișier generat prin apăsarea tastelor **Ctrl+Z**, ea va furniza rezultatul 0 (valoarea logică *False*).
3. Operația de **citire se face fără format**. Aceasta înseamnă că sunt ignorate caracterele albe. De exemplu, dacă de la tastatură se citește:

   25 **Spațiu** 43 **Enter** a **Enter Ctrl+Z Enter**

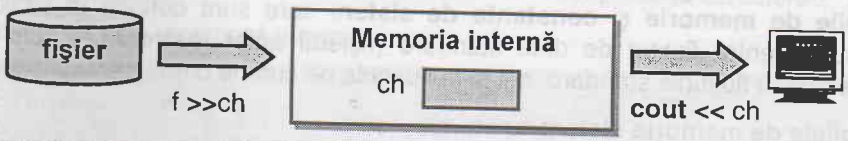
   fișierul va conține octeții cu caractere:



Operația de citire din fișier

Pentru citirea datelor din fișier și scrierea lor pe ecranul monitorului se folosesc două fluxuri de date:

1. **Fluxul de date al fișierului** (f >> ch) – pentru citire din fișier:
   - ✓ sursa este fișierul (f),
   - ✓ destinația este o variabilă de memorie (ch).
2. **Fluxul de date al monitorului** (**cout** << ch) – pentru scriere pe ecran:
   - ✓ sursa este variabila de memorie (ch),
   - ✓ destinația este monitorul (fișierul standard **cout**).



Secvența de instrucțiuni folosită este:

```
char ch, nume[20];
cout<<"nume fisier ="; cin>>nume;
fstream f(nume, ios::in);
while (f>>ch) cout<<ch;
f.close();
```

Observații:

1. Expresia `f>>ch` este folosită pentru a testa momentul în care se termină execuția repetată a instrucțiunii **while**. Prin evaluarea ei se testează de fapt starea fluxului de date: dacă s-a citit un caracter din fișier, rezultatul ei va fi un
   - număr diferit de 0 (valoarea logică *True*), iar dacă s-a citit marcajul de sfârșit de fișier (**eof**), ea va furniza rezultatul 0 (valoarea logică *False*).

2. Operația de **citire se face fără format**. Aceasta înseamnă că sunt ignorate caracterele albe. De exemplu, dacă fișierul conține:

2	5	spațiu	4	3	/n	a	/n	eof

pe ecran afișarea nu se va face pe două linii: pe prima linie *25 43*, iar pe a doua *a*, ci pe o singură linie *2543a* (caracterele albe folosite pentru spațiu și pentru linie nouă sunt ignorate).

În următorul exemplu de program se execută mai întâi operația de scriere în fișier și apoi operația de citire din fișier. Pentru aceasta, se creează două fluxuri de date pentru același fișier: unul prin care fișierul va fi deschis numai pentru operația de scriere, iar altul prin care va fi deschis numai pentru operația de citire. După ce s-a scris în fișier folosind fluxul de date *f1*, fișierul trebuie închis, pentru a putea fi deschis pentru fluxul de date *f2*.

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
void main()
{char ch, nume[20];
 cout<<"nume fisier ="; cin>>nume;
 fstream f1(nume,ios::out),f2(nume,ios::in);
 while (cin>>ch)  f1<<ch;
 f1.close();
 while (f2>>ch) cout<<ch;
 f2.close();
}
```

5.6.2. Citiri și scrieri cu format

Pentru ca **citirea** și **scrierea** datelor să se poată face cu format, se folosesc **variabile de memorie** și **constante de sistem** care sunt definite în bibliotecile sistemului pentru fluxuri de date standard (fișierul antet **iostream.h**). Ele pot fi folosite atât în fluxurile standard, cât și în fluxurile pe care le creați pentru fișiere.

Variabilele de memorie sistem sunt:

Identificator	Tip	Conținut
x_precision	int	Numărul de poziții pentru partea fracționară care se afișează pentru un număr real.
x_width	int	Numărul de poziții pe care se face afișarea (lățimea câmpului pentru afișare).
x_fill	int	Caracterul de umplere folosit; acest caracter va fi scris în pozițiile libere ale câmpului pentru afișare (pozițiile în care nu este scrisă data).
x_flags	long	Conține o mască, construită la nivel de biți, pentru formatarea intrărilor și a ieșirilor. Pentru tipurile de formatări permise, sunt definite constante de sistem care pot fi atribuite variabilei.

Pentru a avea acces la aceste variabile şi constante de sistem, se folosesc manipulatorii. **Manipulatorii** sunt funcţii de sistem care pot fi apelate în fluxul de date, atât la citire, cât şi la scriere. Pentru a avea acces la ei trebuie să includeţi în fişierul sursă fişierul antet **iomanip.h**. Într-un flux de date puteţi apela mai mulţi manipulatori, astfel:

1. **La citire:**

cin >> manipulator_1 >> manipulator_2 >> ... >> manipulator_n >>variabilă;

sau

f>> manipulator_1>> manipulator_2 >> ... >> manipulator_n >>variabilă;

2. **La scriere:**

cout << manipulator_1 << manipulator_2 << ... << manipulator_n << var|const

sau

f << manipulator_1 << manipulator_2 <<...<< manipulator_n<< var|const

unde *var|const* reprezintă un nume de variabilă de memorie sau de constantă sau o constantă.

Următorii manipulatori se folosesc numai **pentru operaţia de scriere**. Rolul lor este de a vă permite să atribuiţi valori primelor trei variabile de sistem:

Manipulator	Tip x	Acces la	Realizează
setprecision(x)	**int**	**x_precision**	Stabileşte precizia (numărul de poziţii pentru partea fracţionară) la afişarea unui număr real; *x* reprezintă numărul zecimalelor.
setw(x)	**int**	**x_width**	Stabileşte numărul de poziţii pe care se face afişarea; *x* reprezintă lăţimea câmpului pentru afişare.
setfill(x)	**char**	**x_fill**	Stabileşte caracterul de umplere folosit; *x* reprezintă caracterul.

De exemplu, prin următorul program:

```
#include <iostream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
{float x=0.12345;
 cout<<setw(5) << setprecision(2) <<setfill('0')<<x;
}
```

se stabilesc următoarele caracteristici pentru afişarea variabilei *a*: lăţimea câmpului de afişare este 5, precizia de afişare este de două cifre, iar caracterul de umplere este 0. Se va afişa 00.12.

Accesul la cea de a patra variabilă de sistem **x_flags** este controlat prin manipulatorii:

Manipulator	Realizează
setiosflags (*masca*)	Setează biţii precizaţi în mască (biţii precizaţi vor avea valoarea 1) şi atribuie masca variabilei **x_flags**.
resetiosflags (*masca*	Resetează biţii precizaţi în mască (biţii precizaţi vor avea valoarea 0) şi atribuie masca variabilei **x_flags**.

Masca este formată dintr-un şir de 16 biţi. Prin poziţionarea pe 1 a unui bit se stabileşte o anumită formatare, iar prin poziţionarea pe 0 a aceluiaşi bit se anulează formatarea. În construirea măştii se recomandă folosirea constantelor de sistem.

Pentru **constantele folosite în masca de formatare** sunt definite şi constante simbolice în biblioteca de streamuri. Valoarea unei constante corespunde poziţionării pe 1 a unuia dintre biţi, fiecare valoare obţinută corespunzând unei puteri a lui 2 în hexazecimal (1, 2, 4, 8, 10 etc.). Ele au următoarea semnificaţie:

Constanta	Constanta simbolică	Semnificaţie
0x0001	**skipws**	Caracterele albe care preced valoarea care urmează să fie citită sunt ignorate (sărite).
0x0002	**left**	Afişarea datelor se face cu aliniere la stânga.
0x0004	**right**	Afişarea datelor se face cu aliniere la dreapta.
0x0008	**internal**	Dacă lăţimea câmpului pentru afişare este mai mare decât numărul de poziţii ocupate de dată, afişarea semnului numărului se face cu aliniere la stânga, iar a numărului – cu aliniere la dreapta.
0x0010	**dec**	Se face conversia numărului în zecimal.
0x0020	**oct**	Se face conversia numărului în octal.
0x0040	**hex**	Se face conversia numărului în hexazecimal.
0x0080	**showbase**	Se utilizează indicatorul bazei de numeraţie.
0x0100	**showpoint**	Este forţată afişarea punctului zecimal, chiar dacă numărul real are o valoare întreagă.
0x0200	**uppercase**	Pentru afişarea numerelor hexazecimale se folosesc litere mari.
0x0400	**showpos**	Pentru valorile numerice pozitive se afişează semnul **+**.
0x0800	**scientific**	Pentru afişarea numerelor reale se foloseşte notaţia ştiinţifică.
0x1000	**fixed**	Pentru afişarea valorilor reale se foloseşte forma normală (cu semn şi separatorul punct).

Pentru **formarea unei măşti** cu ajutorul constantelor se pot folosi construcţii de forma:

ios::const_1 | **ios::**const_2 | ... | **ios::**const_n

De exemplu, prin masca:

ios::right | ios::hex | ios::uppercase

o valoare numerică întreagă va fi convertită în hexazecimal, folosindu-se litere mari şi va fi afişată prin aliniere la dreapta.

Observaţie: pentru conversii dintr-o bază de numeraţie în alta se pot folosi şi manipulatori în locul măştii:

Manipulator	Realizează
oct	conversia în octal
dec	conversia în zecimal
hex	conversia în hexazecimal

De exemplu, prin următorul program:

```
#include <iostream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
{int a;
 float x=123;
 cin>>a;
 cout<<setw(6)<<setprecision(2)<<setiosflags(ios::showpoint)
 <<x<<endl;
 cout<<setiosflags(ios::hex)<<setiosflags(ios::uppercase)<<a;
}
```

dacă se citeşte de la tastatură 30 pentru variabila *a*, se va face afişarea pe două rânduri, mai întâi *123.00* (valoarea variabilei *x*) şi apoi, pe rândul următor, *1E* (valoarea variabilei *a* convertită la citire în hexazecimal).

Citirile şi scrierile cu format pot fi folosite şi în fluxurile de date ale fişierelor. Putem folosi citirea şi scrierea cu format ca să nu mai fie ignorate caracterele albe (de exemplu spaţiile şi caracterul de linie nouă). Pentru exemplificare se modifică programul anterior care citeşte de la tastatură într-un fişier, şi apoi afişează din acel fişier datele pe ecranul monitorului, astfel:

Exemplu:

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
{char ch, nume[20];
 cout<<"nume fisier ="; cin>>nume;
 fstream f1(nume,ios::out),f2(nume,ios::in);
 while (cin>> resetiosflags(ios::skipws)>> ch) f1<<ch;
 f1.close();
 while (f2>> resetiosflags(ios::skipws)>> ch) cout<<ch;
 f2.close();
}
```

Prin folosirea manipulatorului **resetiosflags(ios::skipws)** se resetează bitul prin care sunt ignorate caracterele albe la citire şi la scriere (constanta **skipws**). Astfel, dacă se citeşte de la tastatură:

25 43 **Enter** a **Enter Ctrl+Z Enter**

fişierul va conţine octeţii cu caracterele:

2	5	spaţiu	4	3	/n	a	/n	eof

iar la citirea lui, pe monitor afişarea se va face pe două rânduri: pe primul rând *25 43*, iar pe rândul al doilea *a*.

5.6.3. Aplicaţii cu prelucrări de fişiere

Sunt prezentate în continuare câteva aplicaţii care să vă exemplifice modul în care puteţi folosi fluxul de date şi funcţiile pentru fişiere:

Enunțul problemei 1: *Să se copieze un fișier, să se șteargă vechiul fișier și să se redenumească noul fișier.*

Se folosesc **identificatorii**:

- ✓ variabila *ch* pentru citirea și scrierea unui caracter și variabilele *nume1* pentru numele fișierului care se copiază, *nume2* pentru numele fișierului în care se copiază și *nume3* pentru noul nume al fișierului;
- ✓ *f1*, *f2* și *f3* pentru fluxurile de date ale fișierelor: *f1* pentru fișierul din care se copiază, *f2* pentru fișierul în care se copiază și *f3* pentru fișierul în care s-a copiat pentru a fi citit.

Un flux de date pentru un fișier se poate crea numai dacă fișierul există. Pentru a verifica dacă nu există un fișier, se verifică dacă nu există fluxul de date (condiția *!f1*).

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <iomanip.h>
#include <stdio.h>
void main()
{char ch, nume1[20], nume2[20], nume3[20];
 cout<<"nume fisier 1 ="; cin>>nume1;
 fstream f1(nume1,ios::in);
 if (!f1)
    {cout<<"Fisierul "<<nume1<<" nu exista";
    f1.close();}
   else
     {cout<<"nume fisier 2 ="; cin>>nume2;
      fstream f2(nume2,ios::out);
      while (f1>>resetiosflags(ios::skipws)>>ch)
            f2<<resetiosflags(ios::skipws)<<ch;
      f1.close(); f2.close();
      remove(nume1);
      cout<<"noul nume fisier  ="; cin>>nume3;
      rename(nume2,nume3);
      fstream f3(nume3, ios::in);
      while(f3>>resetiosflags(ios::skipws)>>ch)  cout<<ch;
      f3.close();}
}
```

Enunțul problemei 2: *Să se concateneze două fișiere (al doilea fișier se va adăuga la primul).*

Se folosesc **identificatorii**:

- ✓ variabila *ch* pentru citirea și scrierea unui caracter și variabilele *nume1* pentru numele fișierului în care se adaugă al doilea fișier și *nume2* pentru numele fișierului care se adaugă;
- ✓ *f1*, *f2* și *f3* pentru fluxurile de date ale fișierelor: *f1* pentru fișierul în care se adaugă, *f2* pentru fișierul care se adaugă și *f3* pentru fișierul rezultat pentru a fi citit.

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
```

```
{char ch, nume1[20], nume2[20];
 cout<<"nume fisier 1 ="; cin>>nume1;
 cout<<"nume fisier 2 ="; cin>>nume2;
 fstream f1(nume1,ios::app);
 fstream f2(nume2,ios::in);
 while (f2>>resetiosflags(ios::skipws)>>ch)
   f1<<resetiosflags(ios::skipws)<<ch;
 f1.close(); f2.close();
 fstream f3(nume1,ios::in);
 while (f3>>resetiosflags(ios::skipws)>>ch)  cout<<ch;
 f3.close();
}
```

Enunțul problemei 3: *Să se scrie într-un fișier de la tastatură linie cu linie și să se citească tot linie cu linie.*

Se folosesc identificatorii:

- ✓ variabila *linie* de tip vector de caractere pentru citirea unei linii de text și variabila *nume* pentru numele fișierului;
- ✓ *f1* și *f2* pentru fluxurile de date ale fișierului: *f1* pentru scrierea în fișier și *f2* pentru citirea din fișier.

Citirile și scrierile în – și din – fișier s-au făcut în exemplele anterioare caracter cu caracter. În acest exemplu, citirea și scrierea se face linie cu linie folosindu-se funcțiile **get()** – prima variantă și **getline()** – a doua variantă. Citirea de la tastatură se face atât timp cât nu este citit caracterul **sfârșit de fișier** (**Ctrl+Z**).

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
{char linie[100], nume[20];
 cout<<"nume fisier ="; cin>>nume;
 fstream f1(nume,ios::out);
 while (!cin.eof())
  {while (cin.get(linie,100))
     {f1<<linie<<endl;
      cin.get();}
   f1<<endl;}
 f1.close();
 fstream f2(nume, ios::in);
.....................................................
 // Varianta 1
 while (f2.get(linie,100))
    {cout<<linie<<endl;
     f2.get();}
 f2.close();

  // Varianta 2
  while (f2.getline(linie,100))
    cout<<linie<<endl;
f2.close();
}
```

Enunțul problemei 4: *Să se interclaseze două fișiere. Cele două fișiere care se interclasează conțin pe câte o linie o valoare numerică întreagă, ordonate crescător.*

Se folosesc **identificatorii**:

- ✓ variabilele *nr1* și *nr2* pentru citirea a câte unui număr din primul fișier, respectiv al doilea fișier, și variabilele *nume1* și *nume2*, pentru numele fișierelor sursă, și *nume3* pentru numele fișierului în care se interclasează datele;
- ✓ *f1*, *f2* și *f3* pentru fluxurile de date ale fișierelor: *f1* și *f2* pentru fișierele sursă din care se citește și *f3* pentru fișierul destinație (fișierul interclasat) în care se scrie.

Spre deosebire de algoritmul folosit la vectori, unde testul consta în verificarea indicilor (dacă au fost parcurși toți vectorii), în cazul fișierelor testul constă în verificarea sfârșitului de fișier.

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
void main()
{char nume1[20],nume2[20],nume3[20];
 int nr1,nr2;
 cout<<"nume fisier 1="; cin>>nume1;
 cout<<"nume fisier 2="; cin>>nume2;
 cout<<"nume fisier interclasat ="; cin>>nume3;
 fstream f1(nume1,ios::in),f2(nume2,ios::in),
         f3(nume3,ios::out);
 f1>>nr1; f2>>nr2;
 while (!f1.eof()&&!f2.eof())
  if (nr1<=nr2)
    {f3<<nr1<<endl; f1>>nr1;}
   else
    {f3<<nr2<<endl; f2>>nr2;}
 if (!f1.eof())
   while (!f1.eof())
    {f3<<nr1<<endl; f1>>nr1;}
  else
   while (!f2.eof())
    {f3<<nr2<<endl; f2>>nr2;}
 f1.close(); f2.close(); f3.close();
}
```

Enunțul problemei 5: *Se scriu mai multe numere într-un fișier, câte un număr pe fiecare linie. Se citește un număr **n** de la tastatură. Să se afișeze din fișier toate numerele începând cu al **n**-lea număr. Afișarea numerelor se va face pe aceeași linie.*

Se folosesc **identificatorii**:

- ✓ variabilele *nr* pentru citirea unui număr, *n* pentru poziția din care se face afișarea și *nume* pentru numele fișierelui;
- ✓ *f1* și *f2* pentru fluxurile de date ale fișierului: *f1* pentru scrierea în fișier și *f2* pentru citirea din fișier.

Scrierea numerelor în fișier se face cu format (lățimea câmpului de 5 poziții) pentru a putea poziționa pointerul pe al *n*-lea număr. Deoarece pointerul se deplasează octet cu octet, al *n*-lea număr începe după octetul n×6 (fiecare număr fiind scris pe o linie în fișier, pentru fiecare linie sunt necesari 6 octeți: 5 pentru număr și unul pentru ca-

racterul **sfârşit de linie** '/n'). Pentru poziționarea pe al *n*-lea număr se foloseşte funcția **seekp**(6*n,**ios::beg**). Referința este **beg** - începutul fişierului, iar deplasarea este 6*n.

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
{char nume[20];
 int nr, n;
 cout<<"nume fisier ="; cin>>nume;
 cout<<"n= "; cin>>n;
 fstream f1(nume,ios::out);
 while (cin>>nr)  f1<<setw(5)<<nr<<endl;
 f1.close();
 fstream f2(nume, ios::in);
 f2.seekp(6*n,ios::beg);
 while (f2>>nr) cout<<nr<<"  ";
 f2.close();
}
```

Enunțul problemei 6: *Într-un fişier se scriu mai multe numere de cel mult patru cifre fiecare. Să se afişeze maximul dintre aceste numere. Problema se va rezolva în două variante:*

a) *numerele se scriu pe acelaşi rând în fişier.*
b) *numerele se scriu fiecare pe câte un rând; în această variantă să se precizeze şi al câtelea număr este maximul.*

Se folosesc **identificatorii**:

- ✓ variabilele *nr* pentru citirea unui număr, *max* pentru valoarea maximă, *poz* pentru poziția maximului şi *nume* pentru numele fişierului;
- ✓ *f1* şi *f2* pentru fluxurile de date ale fişierului: *f1* pentru scrierea în fişier şi *f2* pentru citirea din fişier.

Scrierea numerelor în fişier se face cu format (lățimea câmpului de 5 poziții) pentru a putea identifica un număr din şirul de caractere, atunci când sunt scrise pe un rând (identificarea făcându-se prin separarea lor cu spațiu) şi pentru a calcula numărul de ordine al numărului maxim. Pentru calculul numărului de ordine se foloseşte funcția **tellp()**. Deoarece funcția furnizează numărul octetului de la care începe numărul maxim, numărul de ordine se calculează împărțind la 6.

Varianta_a

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
{char nume[20];
 int nr, max;
 cout<<"nume fisier ="; cin>>nume;
 fstream f1(nume,ios::out);
 while (cin>>nr)  f1<<setw(5)<<nr;
 f1.close();
 fstream f2(nume, ios::in);
```

```
 f2>>nr;  max=nr;
 while (!f2.eof())
  {f2>>nr; if (max<nr) max=nr;}
 f2.close();
 cout<<"maxim= "<<max;
}
```

Varianta_b

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <iomanip.h>
void main()
{char nume[20];
 int nr, max;
 long poz;
 cout<<"nume fisier ="; cin>>nume;
 fstream f1(nume,ios::out);
 while (cin>>nr)  f1<<setw(5)<<nr<<endl;
 f1.close();
 fstream f2(nume, ios::in);
 f2>>nr; max=nr;
 while (!f2.eof())
  {f2>>nr;
  if (max<nr) {max=nr; poz=f2.tellp()/6;} }
 f2.close();
 cout<<endl<<"maxim= "<<max<<" in pozitia "<<poz;
}
```

Enunțul problemei 7: *Dintr-un fișier care conține mai multe numere întregi, scrise fiecare pe câte un rând, să se creeze două fișiere: unul cu numerele pare și altul cu numerele impare.*

Se folosesc **identificatorii:**

- ✓ variabilele *nr* pentru citirea unui număr și variabilele *nume1* pentru numele fișierului sursă și *nume2* și *nume3* pentru numele fișierelor destinație;
- ✓ *f1*, *f2* și *f3* pentru fluxurile de date ale fișierelor: *f1* pentru fișierul sursă din care se citește, și *f2* și *f3* pentru fișierele destinație în care se scrie.

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
void main()
{char nume1[20],nume2[20],nume3[20];
int nr;
 cout<<"nume fisier sursa="; cin>>nume1;
 cout<<"nume fisier numere pare="; cin>>nume2;
 cout<<"nume fisier numere impare ="; cin>>nume3;
 fstream f1(nume1,ios::in),
         f2(nume2,ios::out),f3(nume3,ios::out);
 f1>>nr;
 while (!f1.eof())
  {if (nr%2==0) f2<<nr<<endl;
           else f3<<nr<<endl;
  f1>>nr;}
f1.close(); f2.close(); f3.close();
}
```

Evaluare

Răspundeți:

1. Descrieți cum sunt organizate datele în fișier. Dați exemple de probleme care, pentru a putea fi rezolvate, necesită organizarea datelor în fișiere.
2. Comparați cele două structuri de date: tabloul de memorie și fișierul.
3. Cum se declară un flux de date pentru un fișier deschis pentru consultare?
4. Găsiți greșeala din următoarea secvență de program:

```
fstream f("alfa.txt",ios::in);
while (cin>>ch)  f<<ch;
f.close();
```

5. Pentru operațiile din coloana A), alegeți din coloana B) constanta sau funcția care o realizează:

A	B
A1) deschide un fișier text pentru creare	B1) eoln()
A2) șterge înregistrările dintr-un fișier text	B2) app
A3) testează sfârșitul de linie într-un fișier text	B3) copy()
A4) copiază un fișier text într-un alt fișier text	B4) in
A5) testează sfârșitul unui fișier de text	B5) remove()
A6) deschide un fișier text pentru citire	B6) '/n'
A7) deschide un fișier text pentru adăugare	B7) eof()
	B8) out
	B9) noreplace
	B10) Ctrl+Z

Adevărat sau fals:

1. Numărul de înregistrări ale unui fișier se stabilește la crearea lui și nu mai poate fi modificat.
2. Fișierul este o structură de date omogenă creată în memoria externă.
3. Un fișier se termină întotdeauna cu caracterul **eof**.
4. Fișierul, fiind o structură de date liniară, ocupă o zonă continuă de memorie.
5. Un fișier text are înregistrări cu lungime fixă.
6. Un fișier text nu poate fi redenumit. Soluția pentru a-i schimba numele este de a-l copia sub un alt nume și de a șterge vechiul fișier.
7. Un fișier text poate conține orice caracter ASCII, mai puțin caracterele albe.
8. Pentru a crea un flux de date pentru un fișier text este suficient să se precizeze numele logic, numele fizic și modul de acces al fișierului.
9. Cu declarația următoare, se poate folosi fluxul de date *f* pentru crearea unui fișier:

```
fstream f("alfa.txt",ios::noreplace);
```

Alegeți:

1. Care dintre operațiile de mai jos nu se pot executa într-un fișier text:

a) redenumirea
b) adăugarea de informații la sfârșit
c) inserarea unui caracter
d) ștergerea unei linii de text

2. Care dintre variantele de mai jos nu este un mod de acces care să poată fi precizat la deschiderea fișierului:
a) consultare
b) creare
c) adăugare
d) redenumire

3. Dacă fluxul de date *f* a fost declarat pentru un fișier care se creează, iar variabila *ch* este de tip caracter, și se execută instrucțiunea:

```
while (cin>>ch) f<<ch;
```

și se citește de la tastatură (s-a notat spațiul cu ␣):

25 **␣ ␣** *75.5* **enter** *a* **␣** *b* **enter Ctrl+Z**

se va afișa:

a) 25 ␣ ␣ 75.5
a ␣ b
b) 2575ab
c) 25 ␣ 75.5
a ␣ b
d) 2575.5ab

4. Dacă fluxul de date *f* a fost declarat pentru un fișier care se consultă și variabila *ch* este de tip caracter și se execută instrucțiunea:

```
while (f>>ch) cout<<ch;
```

și conținutul fișierului este (s-a notat spațiul cu ␣):

25 **␣ ␣** *75.5* **enter** *a* **␣** *b* **enter Ctrl+Z**

fișierul va conține:

a) 25 ␣ ␣ 75.5
a ␣ b
b) 2575ab
c) 2575.5
ab
d) 2575.5ab

Rezolvați:

1. Fișierele text *alfa.txt* și *beta.txt* conțin numele unor persoane, câte o linie pentru fiecare persoană. Știind că în fiecare fișier numele sunt memorate în ordine alfabetică, scrieți un program care să construiască fișierul *gama.txt* care să conțină toate numele din cele două fișiere date, în ordinea alfabetică.
2. Scrieți un program care generează toate numerele prime strict mai mici decât *n* (*n* număr natural). Valoarea variabilei *n* se citește de la tastatură. Numerele prime generate vor fi scrise în fișierul text *prime.txt*, câte unul pe linie.
3. Pe prima linie a fișierului text *alfa.txt*, se găsește o succesiune de cel puțin două și cel mult 200 de caractere, caractere care pot fi doar litere mici. Scrieți un program care citește de la tastatură un număr natural *n* (*0<n<100*) și stabilește dacă există în fișier vreo literă ce apare de exact *n* ori. Programul afișează pe ecran mesajul "*da*" în cazul în care există cel puțin o literă cu proprietatea menționată și mesajul "*nu*" în caz contrar.
4. Fișierul text *litere.txt* conține mai multe cuvinte scrise cu litere mici, câte un cuvânt pe fiecare linie. Scrieți un program care să afișeze litera care apare de cele mai multe ori. Dacă există mai multe astfel de litere, se vor afișa toate.

5. Scrieți un program care citește de la tastatură un număr natural *n* (*0<n<=15*) și o literă *c* și creează un fișier text cu numele *caracter.txt* ce conține pe prima linie un caracter *c*, pe a doua linie două caractere *c* nedespărțite prin spații, pe linia a treia trei caractere *c* nedespărțite prin spații etc. Ultima linie a fișierului trebuie să fie linia a *n*-a care conține *n* caractere *c* nedespărțite prin spații. Afișați conținutul fișierului.
6. În fișierul text *numere.txt* se află mai multe numere naturale, de câte cel mult patru cifre fiecare, scrise pe un singur rând. Scrieți un program care afișează pe ecran câte valori distincte există în fișier.
7. În fișierul text *alfa.txt* se află mai multe numere naturale, de cel mult trei cifre fiecare, scrise pe un singur rând. Scrieți un program care creează un alt fișier text *beta.txt* care să conțină exact aceleași numere din fișierul *alfa.txt*, câte unul pe linie, în ordinea crescătoare a valorilor acestora. (**Indicație.** Sortarea numerelor se va face într-un vector).
8. În fișierul text *numere.txt* se află mai multe numere naturale din intervalul [0, 10000], scrise pe un singur rând. Să se creeze fișierul *pare.txt* care să conțină, câte una pe linie, doar acele valori, din fișierul *numere.TXT*, care au suma cifrelor un număr par.
9. În fișierul text *alfa.txt* se află, câte unul pe linie, mai multe numere. În fișierul text *divizori.txt* se vor scrie pe câte o linie, în aceeași ordine, divizorii unui număr din fișierul *alfa.txt*. Afișați pe ecran, pe câte un rând, folosind informațiile din cele două fișiere: *Numărul ... are divizorii .... .*
10. Să se verifice dacă două fișiere text conțin același număr de linii. Dacă au același număr de linii să se afișeze mesajul *"Număr egal de linii"*, altfel să se afișeze un mesaj prin care să se precizeze care fișier are mai multe linii.
11. Se citesc de la tastatură trei numere întregi *n*, *a* și *b* și un șir de *n* numere reale care se scriu într-un fișier text *alfa.txt* toate pe același rând. Să se afișeze câte dintre numerele din fișier se află în afara intervalului [a,b].
12. Un fișier *alfa.txt* conține mai multe cuvinte, câte unul pe fiecare rând. Se citește de la tastatură un caracter *c*. Afișați numărul de înregistrări ale fișierului care conțin cuvinte care încep cu caracterul *c*.
13. Se citesc de la tastatură mai multe triplete de numere întregi (*a,b,c*) care reprezintă laturile unui triunghi și se scriu într-un fișier *alfa.txt*, câte o tripletă pe fiecare rând. Se citesc apoi din fișier aceste triplete de numere și se analizează tipul triunghiului (oarecare, echilateral, isoscel, dreptunghic, dreptunghic isoscel) și se scrie tipul triunghiului pe un rând, în fișierul *beta.txt*. Fișierul *beta.txt* va avea tot atâtea înregistrări ca și fișierul *alfa.txt*. Afișați apoi pe ecran, pe câte un rând, informații despre fiecare triunghi: dimensiunile laturilor și tipul triunghiului.
14. Se citesc de la tastatură mai multe triplete de numere întregi (*a,b,c*) care se scriu într-un fișier *alfa.txt*, câte o tripletă pe fiecare rând. Se citesc apoi din fișier aceste triplete de numere și se analizează dacă ele reprezintă laturile unui triunghi și se scrie pe un rând, în fișierul *beta.txt*, aria triunghiului, dacă ele reprezintă laturile unui triunghi, și 0 dacă nu reprezintă laturile unui triunghi. Afișați apoi pe ecran, pe câte un rând, informații despre triunghiurile găsite: dimensiunile laturilor și aria.

Anexa 1

Mediul de programare C++

Pentru a obține un program executabil, trebuie parcurse următoarele etape:
- ✓ editarea programului sursă;
- ✓ compilarea programului sursă;
- ✓ editarea legăturilor programului obiect;
- ✓ lansarea în execuție a programului executabil;
- ✓ depanarea interactivă a programului;
- ✓ memorarea programului sursă şi a programului executabil, pe un suport de informație.

Toate aceste operații pot fi asigurate de diferite programe: editor de texte, compilator, editor de legături, program depanator. Pentru a uşura munca programatorului, aceste programe pot fi încorporate într-un mediu integrat care să asigure prin intermediul aceleiaşi interfețe toate aceste operații. Acest mediu integrat se numeşte **mediu de programare**.

Mediul de programare C++ asigură următoarele operații:
- ✓ editarea programului sursă;
- ✓ administrarea fişierelor sursă: crearea, salvarea, deschiderea, închiderea, tipărirea;
- ✓ compilarea programului sursă;
- ✓ editarea legăturilor şi obținerea programului executabil;
- ✓ lansarea în execuție a programului;
- ✓ depanarea şi corectarea erorilor;
- ✓ configurarea mediului de programare;
- ✓ salvarea pe disc a programului executabil;
- ✓ autodocumentarea prin sistemul de asistență (**Help**);
- ✓ istoricul opțiunilor din casetele de dialog;
- ✓ administrarea mai multor ferestre.

Atunci când într-o casetă de text dintr-o casetă de dialog scrieți o valoare a parametrului (o cale de director, un şablon de fişiere etc.) ea se păstrează într-un istoric şi vă permite să o alegeți, prin intermediul unei liste ascunse, la următoarea deschidere a casetei de dialog. Aceasta este facilitatea de istoric al opțiunilor din casetele de dialog.

Mediul de programare C++ vă oferă instrumente pentru depanarea următoarele tipuri de erori:
- ✓ erori sintactice (în etapa de compilare);
- ✓ erori semantice (în etapa de execuție);
- ✓ erori logice sau de concepție (în etapa de testare).

Mediul de programare C++ recunoaşte următoarele extensii de fişiere:
- ✓ **.exe** – program executabil;
- ✓ ***.cpp** sau ***.c** – program sursă;
- ✓ ***.obj** – program obiect;
- ✓ ***.lib** – bibliotecă C++;
- ✓ ***.h** – fişier antet;
- ✓ ***.bak** – versiunea anterioară a programului sursă.

O sesiune de lucru C++ durează din momentul în care lansați în execuție mediul de programare (aplicația **Bc** sau **Bcw**) şi până în momentul în care abandonați mediul de lucru cu

opțiunea de meniu **Exit**∈ **File** sau cu scurtătura **Alt+X**. În timpul sesiunii de lucru este afișată interfața mediului de programare **C++**. Această interfață folosește un sistem de meniuri și este realizată, în funcție de mediul de programare, în mod text (aplicația **Bc**) sau în mod grafic (aplicația **Bcw**). În modul text, ecranul calculatorului este împărțit în linii și coloane (de regulă 24 sau 25 de linii și 80 de coloane); la intersecția unei linii cu o coloană este generat un caracter.

Interfața mediului de programare

Interfața mediului de programare C++ conține următoarele elemente:

- ✓ **Bara cu titluri de meniuri** este afișată pe prima linie a ecranului. Ea conține titlurile meniurilor disponibile în mediul de programare.
- ✓ **Bara de instrumente** este afișată sub bara cu titluri de meniuri numai în cazul interfeței grafice. Ea conține pictograme scurtături pentru opțiunile de meniu mai des folosite.
- ✓ **Spațiul de lucru** este zona în care pot fi deschise mai multe ferestre.
- ✓ **Bara de informare** este afișată în partea inferioară a ecranului și conține fie scurtături pentru operațiile din fereastra activă, fie informații despre titlul sau opțiunea de meniu selectată.

Bara cu titluri de meniuri afișează următoarele titluri de meniuri:

- ✓ **File** – conține opțiuni pentru administrarea fișierelor cu programe sursă (deschidere, creare, salvare, tipărire);
- ✓ **Edit** – conține opțiuni pentru editarea programului sursă;
- ✓ **Search** – conține opțiuni pentru căutarea șirurilor de caractere sau a erorilor, putând fi folosite în editarea programului sursă sau în depanarea lui;
- ✓ **Run** – conține opțiuni pentru executarea programului;
- ✓ **Compile** – conține opțiuni pentru compilarea programului sursă, rezultatul compilării putând fi depozitat în memoria internă sau într-un fișier obiect pe disc;
- ✓ **Debug** – conține opțiuni care vă ajută în depanarea programului;
- ✓ **Project** – conține opțiuni care vă ajută la realizarea proiectelor[1];
- ✓ **Options** – conține opțiuni pentru configurarea mediului de programare: funcțiile de editare, compilare, editare de legături și depanare, cât și echipamentele care asigură comunicarea cu mediul de programare (mouse și monitor);
- ✓ **Window** – conține opțiuni pentru administrarea ferestrelor;
- ✓ **Help** – conține opțiuni pentru autodocumentare.

Pentru activarea barei cu titluri de meniuri, apăsați tasta **F10**. Pentru a deschide direct un meniu apăsați tastele **Alt+<litera_de_ identificare >** (de exemplu, **Alt+E** pentru meniul **Edit**).

La un moment dat, pe ecran pot fi deschise mai multe ferestre: atât ferestre de editare care conțin textul programelor sursă, cât și ferestre care vă ajută să depanați programul (de exemplu, în aplicația **Bc** ferestrele **Clipboard**, **Watch**, **Register** sau **Output**). Pentru administrarea ferestrelor, veți folosi opțiunile din meniul **Window**. Astfel, în aplicația **Bc** rezultatele obținute în urma executării programului le puteți vedea pe tot ecranul cu opțiunea **User screen...** (scurtătura **Alt+F5**) sau într-o fereastră, cu opțiunea **Output**, iar ferestrele **Watch** și **Register** pot fi deschise și ele cu opțiunea corespunzătoare din meniul **Window**.

Pentru redimensionarea sau mutarea unei ferestre, alegeți opțiunea **Size/Move** sau apăsați scurtătura **Ctrl+F5**. Bara de informare va afișa tastele pe care le puteți utiliza pentru aceste

[1] Fișierul proiect se creează atunci când, pentru rezolvarea unei probleme, creați mai multe fișiere sursă. El vă ajută să țineți mai ușor evidența colecției de fișiere sursă necesare pentru rezolvarea problemei.

operații: folosind tastele cu săgeți veți muta fereastra în sensul săgeții, folosind tastele cu săgeți împreună cu tasta **Shift** veți redimensiona fereastra pe direcția săgeții, apăsând tasta **Enter** veți fixa noua poziție sau dimensiune a ferestrei, iar apăsând tasta **Esc** veți reveni la vechea poziție sau dimensiune a ferestrei.

Opțiunea **Zoom** și scurtătura **F5** au efect de comutator, producând maximizarea ferestrei sau refacerea ei la dimensiunea anterioară.

Pentru aranjarea ferestrelor în cascadă sau în mozaic alegeți opțiunea **Cascade**, respectiv **Tile**. Pentru activarea unei ferestre, procedați astfel: pentru aplicația **Bcw** fie executați clic pe fereastră, fie alegeți numele ferestrei din lista cu ferestre deschise în meniul **Window**, iar pentru aplicația **Bc** fie alegeți opțiunea **Next** sau apăsați scurtătura **F6** pentru fereastra următoare, fie alegeți opțiunea **Previous** sau scurtătura **Shift+F6** pentru fereastra precedentă, fie opțiunea **List...∈Window** sau scurtătura **Alt+0** care deschide caseta de dialog **Windows list** în care este afișată lista ferestrelor deschise și din care puteți alege fereastra pe care vreți să o activați.

Pentru închiderea ferestrei active alegeți opțiunea **Close** sau apăsați scurtătura **Alt+F3** sau executați clic pe butonul de închidere al ferestrei.

Editarea programului sursă

Cu ajutorul **editorului de texte** încorporat (program specializat în scrierea textelor în format ASCII) se scrie programul de la tastatură în memoria internă și apoi se salvează pe un suport de informație. Operația se numește **editarea programului**, iar programul obținut este **programul sursă**.

Fereastra de editare (fereastra în care se scrie programul sursă) conține pe primul rând o bară de titlu, iar pe ultimul rând coordonatele cursorului în cadrul textului și bara de derulare pe orizontală. Coordonatele cursorului sunt specificate sub forma ***x:y***, unde ***x*** este numărul liniei, iar ***y*** numărul coloanei. În bara de titlu a ferestrei sunt afișate: în extremitatea stângă butonul de închidere a ferestrei [■], care poate fi acționat doar cu mouse-ul, în centru titlul ferestrei, iar în extremitatea dreaptă numărul de ordine al ferestrei. Titlul ferestrei va fi numele fișierului în care este salvat programul sursă. Dacă nu l-ați salvat încă într-un fișier pe disc, titlul ferestrei va fi **NONAMExx.CPP** (**xx** este un număr care se atribuie, începând cu **00**, ferestrelor de editare deschise al căror conținut nu a fost salvat).

Prin intermediul opțiunilor din meniul **File** puteți să executați următoarele operații:

1. **Crearea unui fișier**. Pentru a deschide o fereastră de editare în care să scrieți textul unui nou program sursă alegeți opțiunea **New**.
2. **Deschiderea fișierului**. Pentru deschiderea unui fișier care conține un program sursă alegeți opțiunea **Open...** sau scurtătura **F3**. Se va deschide caseta de dialog **Open a File**. În caseta de text **Name** scrieți calea de director și eventual șablonul fișierelor care vreți să fie afișate și, apoi, din lista **Files**, alegeți numele fișierului pe care vreți să-l deschideți. Dacă fișierul a mai fost deschis în sesiunea de lucru curentă, îl mai puteți deschide alegându-i numele din lista ascunsă **Name**, care conține istoricul fișierelor deschise. În partea inferioară a casetei de dialog există o zonă cu informații despre fișierul sau directorul selectat în lista **Files** (spațiul ocupat pe disc – în octeți –, data și ora ultimei actualizări). Dacă vreți să deschideți fișierul într-o nouă fereastră de editare, acționați declanșatorul **Open**, iar dacă vreți să-l deschideți în fereastra de editare activă, acționați declanșatorul **Replace**. Dacă doriți informații despre controalele din caseta de dialog, acționați declanșatorul **Help**.

3. **Salvarea programului sursă într-un fişier pe disc**. Dacă este un program nou va trebui să-l salvaţi cu opţiunea **Save as...** care deschide caseta de dialog **Save File As** prin intermediul căreia comunicaţi numele fişierului şi locul în care va fi salvat (nume unitate de disc şi cale de director). Caseta conţine aceleaşi obiecte ca şi caseta de dialog **Open a File**, mai puţin declanşatorul **Replace**. Veţi alege această opţiune şi în cazul în care doriţi să salvaţi modificările făcute într-un program sursă, într-un alt fişier. Dacă vreţi să salvaţi modificările în acelaşi fişier, alegeţi opţiunea **Save** sau scurtătura **F2**. Dacă vreţi să salvaţi toate modificările din ferestrele de editare, alegeţi opţiunea **Save all**.
4. **Tipărirea programului sursă**. Pentru tipărirea programului sursă, se activează fereastra de editare în care se găseşte textul programului şi se alege opţiunea **Print**.
5. **Schimbarea directorului curent** (numai în aplicaţia **Bc**). Se face cu opţiunea **Change dir...** care deschide caseta de dialog **Change Directory**. Scrieţi în caseta de text **Directory name** sau alegeţi din lista ascunsă numele unităţii de disc. În zona **Directory tree** este afişată structura arborescentă care se dezvoltă din directorul curent. Veţi schimba directorul curent direct pe arbore: poziţionaţi cursorul pe numele directorului şi apăsaţi tasta **Enter**, după care acţionaţi declanşatorul **Chdir**. Dacă vreţi să reveniţi la directorul iniţial, acţionaţi declanşatorul **Revert**.

Pentru editarea programului sursă veţi folosi opţiunile din meniurile **Edit** şi **Search**. Introducerea textului de la tastatură se poate face fie cu inserare, fie cu suprascriere. Acest mod de lucru este controlat de tasta **Insert** sau cu tastele **Ctrl+V** care au efect de comutator.

Pentru deplasarea cursorului puteţi folosi următoarele taste:
- tastele cu săgeţi – o poziţie în sensul săgeţii;
- **Ctrl+A/Ctrl+F** – la începutul cuvântului anterior/următor;
- **Ctrl+E/Ctrl+X** – prima/ultima linie de pe ecran;
- **Home/End** – începutul/sfârşitul liniei curente;
- **PageUp/PageDown** – pagina anterioară/următoare;
- **Ctrl+Q,E/X**[2] sau **Ctrl+Home/Ctrl+End** – începutul/sfârşitul ecranului;
- **Ctrl+Q,R/C** sau **Ctrl+PageUp/Ctrl+PageDown** – începutul/sfârşitul textului;
- **Ctrl+Q,B/K** – începutul/sfârşitul blocului de text selectat (au efect şi dacă s-a anulat selectarea blocului);
- **Ctrl+P** – poziţia anterioară a cursorului.

Pentru ştergere puteţi folosi următoarele taste:
- **Delete** – caracterul din poziţia cursorului (nu şterge un bloc de text selectat);
- **Backspace** – caracterul din stânga cursorului (dacă la stânga cursorului sunt mai multe spaţii, vor fi şterse toate spaţiile până la nivelul de indentare anterior);
- **Ctrl+T** – şterge toate caracterele din poziţia cursorului până la sfârşitul cuvântului;
- **Ctrl+Q,Y** – şterge caracterele de la dreapta cursorului până la sfârşitul rândului;
- **Ctrl+Y** – şterge rândul în care se găseşte cursorul.

Puteţi să lucraţi cu blocurile de texte. Le veţi selecta folosind aceeaşi metodă ca şi în cazul editorului de texte **Notepad**. În plus, puteţi selecta un cuvânt astfel: poziţionaţi cursorul pe acel cuvânt şi apăsaţi tastele **Ctrl+K,T**. Dacă vreţi să anulaţi selectarea unui bloc, apăsaţi tastele **Ctrl+K,H**. Manevrarea blocului selectat se poate face prin intermediul zonei de memorie **Clipboard**. În meniul **Edit**, aveţi următoarele opţiuni:

---

[2] **Ctrl+Q,E** înseamnă că mai întâi se apasă tastele **Ctrl+Q**, după care se apasă tasta **E**. **E/X** înseamnă **E** sau **X**. Dacă se apasă **E**, cursorul se deplasează pe prima linie, iar dacă se apasă **X**, se deplasează pe ultima linie.

- ✓ **Cut** (scurtătura **Shift+Delete**) mută în **Clipboard** blocul selectat.
- ✓ **Copy** (scurtătura **Ctrl+Insert**) copiază în **Clipboard** blocul selectat. **Paste** (scurtătura **Shift+Insert**) inserează în poziția cursorului blocul din Clipboard.
- ✓ **Show Clipboard** (numai în aplicația **Bc**) deschide o fereastră în care puteți să vedeți conținutul zonei de memorie **Clipboard**. În această fereastră veți vedea toate blocurile de texte care au fost transferate prin **Clipboard** în sesiunea de lucru curentă. Ultimul bloc transferat va fi evidențiat. Puteți să manevrați textul din **Clipboard** ca și cum ar fi un text dintr-o fereastră de editare.
- ✓ **Clear** (scurtătura **Ctrl+Delete**) șterge blocul de text selectat.

Puteți să mutați sau să copiați un bloc fără să folosiți zona de memorie **Clipboard**, astfel: selectați blocul, mutați cursorul în poziția în care vreți să-l copiați sau să-l mutați și apăsați tastele **Ctrl+K,V** pentru mutare, respectiv Ctrl+K,C pentru copiere.

Cu blocul selectat mai puteți executa următoarele operații:

- ✓ **Tipăriți la imprimantă blocul selectat** dacă apăsați tastele **Ctrl+K,P**.
- ✓ **Salvați blocul selectat, într-un fișier** pe disc, apăsând tastele **Ctrl+K,W**. Se deschide caseta de dialog **Write Block to File** prin intermediul căreia veți specifica un nume pentru fișier. Dacă nu precizați extensia, i se va atribui automat extensia **.cpp**.
- ✓ **Inserați în poziția cursorului un bloc de text preluat dintr-un fișier** de pe disc, apăsând tastele **Ctrl+K,R**. Se deschide caseta de dialog **Read Block from File** prin intermediul căreia veți specifica numele fișierului.
- ✓ **Deplasați blocul** cu o coloană la dreapta sau la stânga dacă apăsați tastele **Ctrl+K,I**, respectiv **Ctrl+K,U**.

Dacă vreți să anulați ultimele operații de editare, folosiți opțiunea de meniu **Undo∈Edit** (scurtătura **Alt+BackSpace**) sau puteți să refaceți acțiunile anulate, cu opțiunea de meniu **Redo∈Edit** (scurtătura **Alt+BackSpace**).

Puteți să inserați în programul sursă marcaje (maxim 10) care să vă permită poziționarea rapidă a cursorului pe o anumită instrucțiune. Poziționați cursorul pe instrucțiunea la care vreți să fixați marcajul și apăsați tastele Ctrl+K,<n> (n=0, 1, 2, ..., 9). Pentru localizarea marcajului inserat apăsați tastele **Ctrl+Q,<n>** (n=0, 1, 2, ..., 9).

În meniul **Search** aveți mai multe opțiuni pentru operații de căutare și înlocuire:

- ✓ **Find...** vă permite să căutați un șir de caractere (scurtătura **Ctrl+Q,F**). Prin intermediul casetei de dialog **Find** puteți să comunicați șirul de caractere pe care îl căutați (în caseta de text **Text to find**) și modul în care se face căutarea. Din grupul de butoane radio **Direction** alegeți direcția de căutare față de poziția cursorului: **Forward** – înainte sau **Backward** – înapoi. Din grupul de butoane radio **Scope** alegeți domeniul de căutare: **Global** – în întreg programul sursă sau **Selected text** – în blocul de text selectat din fereastra de editare. Din grupul de butoane radio **Origin** alegeți poziția din care începe căutarea: **From cursor** – din poziția cursorului, sau **Entire scope** – de la începutul domeniului de căutare. Prin intermediul comutatoarelor din zona **Options** puteți stabili ce căutați. Dacă activați comutatorul **Case sensitive**, se va face diferență între literele mari și mici, iar dacă activați comutatorul **Whole words only**, șirul de caractere căutat va fi considerat un cuvânt.
- ✓ **Replace** vă permite căutarea unui șir de caractere și înlocuirea lui cu un alt șir de caractere (scurtătura **Ctrl+Q,A**). Caseta de dialog Replace conține în plus, față de caseta de dialog **Find**, caseta de text **New text** în care scrieți șirul de caractere cu care se face înlocuirea, și *declanșatorul* **Change all** pe care îl acționați dacă vreți să se facă înlocuirea tuturor șirurilor de caractere găsite.

- ✓ **Search again** repetă ultima operație de căutare sau înlocuire (scurtătura **Ctrl+L**).
- ✓ **Go to line number...** mută cursorul în linia specificată prin intermediul casetei de dialog **Go to Line Number**.
- ✓ **Locate Function...** caută o declarație de funcție. Este utilă atunci când depanați programul.

Operația de editare poate fi controlată prin intermediul obiectelor din caseta de dialog **Editor Options** pe care o deschideți cu opțiunea **Editor...**∈ **Environment** ▸ ∈**Options**. În caseta de text **Tab size** scrieți numărul de coloane peste care vreți să se sară când apăsați tasta **Tab** (implicit, 8 coloane). Activați comutatorul:

- ✓ **Create backup files** – dacă vreți să se creeze o copie cu versiunea anterioară a programului sursă, într-un fișier cu extensia **.bak**;
- ✓ **Autoindent mode** – dacă vreți să fie activat modul de indentare automată prin care, la apăsarea tastei **Enter**, cursorul se va poziționa sub primul caracter de pe rândul anterior;
- ✓ **Backspace unindents** – dacă vreți ca, prin apăsarea tastei **Backspace**, să se șteargă toate spațiile până la nivelul de indentare anterior.

Editorul de texte folosește **marcaje cu culoare** pentru a identifica mai ușor elementele folosite în cadrul unui program: cuvinte cheie, identificatori, constante (pentru fiecare tip de constantă poate fi folosită altă culoare), comentarii, caractere ilegale, directive de precompilare. Puteți modifica marcajele de culoare predefinite, prin intermediul controalelor din caseta de dilalog **Color** (aplicația **Bc**) sau **Highlighting** (aplicația **Bcw**) pe care o deschideți cu opțiunea de meniu **Color... /Highlight...**∈ **Environment** ▸ ∈ **Options**.

Traducerea programului

În această fază fiecare instrucțiune din programul sursă este tradusă într-o secvență de instrucțiuni în cod mașină care pot fi executate de calculator, obținându-se **modulele obiect**. Operația se execută sub controlul unui program numit **compilator**. Operația se numește **compilare** și programul obținut se numește **program obiect**.

Dacă programul compilator detectează cel puțin o **eroare sintactică** (un cuvânt greșit, un separator lipsă, o variabilă de memorie care nu a fost declarată, apelarea unei funcții cu un număr greșit de parametri etc.), el va afișa **mesaje de eroare** într-o fereastră cu mesaje (fereastra **Message**), iar cursorul va fi poziționat în programul sursă pe prima linie în care s-a detectat o eroare. Executând clic pe o eroare din fereastra **Message**, în programul sursă, cursorul va fi poziționt pe linia în care a fost detectată eroarea. Dacă linia indicată este corectă, înseamnă că eroarea este pe linia precedentă (nu ați scris separatorul de sfârșit de instrucțiune ; sau o paranteză acoladă lipsește sau este în plus). În acest caz, autorul programului poate să modifice fișierul sursă folosind programul editor, după care va compila din nou programul. Operațiile de modificare cu editorul și de testare cu compilatorul, se vor executa până când compilatorul nu va mai detecta erori. În timpul compilării pot fi afișate și **mesaje de avertizare**. Aceasta înseamnă că din punct de vedere al compilatorului construcția are sintaxa corectă, dar este posibil ca în contextul programului să fie totuși o greșeală (de exemplu, ați declarat o variabilă de memorie pe care nu ați folosit-o în program, ați folosit o variabilă de memorie fără să-i atribuiți o valoare, ați folosit în expresia instrucțiunilor **if**, **while** sau **do...while** operatorul de atribuire = în locul operatorului relațional == etc.). Este bine să nu ignorați aceste avertismente, deoarece ele vă ajută să depistați și să corectați încă din faza de compilare erori de semantică sau de logică.

Atunci când compilatorul nu mai găseşte erori în programul sursă, înseamnă că traducerea s-a făcut corect şi rezultatul traducerii va fi salvat într-un fişier obiect. Programul obiect obţinut nu este un program executabil deoarece modulele obiect sunt asemănătoare pieselor de „puzzle": sunt fragmente care necesită să fie asamblate pentru a forma o imagine unitară, adică programul executabil.

Pentru compilare puteţi folosi una dintre următoarele opţiuni din meniul **Compile**:
- ✓ **Compile** (scurtătura **Alt+F9**) – compilează programul sursă;
- ✓ **Remove messages** (scurtătura **Alt+F9**) – recompilează programul sursă şi toate bibliotecile folosite de program.

Editarea legăturilor

Modulele obiect sunt legate unele de altele astfel încât să se obţină un **program executabil**. Operaţia se numeşte **editare de legături** (*link edit*) şi este executată de către un program numit **editor de legături** (*linkage editor*). Pentru a obţine programul executabil, pot fi legate şi module obiect care există deja în bibliotecile[3] sistemului. Nu este necesar să se execute separat operaţia de editare a legăturilor, deoarece ea va fi făcută automat atunci când se cere executarea programului sursă. Dacă vreţi să executaţi această operaţie separat, puteţi folosi următoarele opţiuni din meniul **Compile**:
- ✓ **Make** (scurtătura **F9**) – compilează programul sursă şi editează legăturile cu alte module obiect;
- ✓ **Link** (scurtătura **Alt+F9**) – recompilează programul sursă şi editează legăturile.
- ✓ **Build All** (scurtătura **Alt+F9**) – recompilează toate fişierele sursă ale unui proiect şi editează legăturile.

Încărcarea şi lansarea în execuţie

Programul sursă poate fi lansat în execuţie pentru a produce rezultatele pentru care a fost creat. În timpul executării programului pot să apară **erori semantice** (încercarea de a deschide un fişier care nu există, împărţirea la 0 etc.). Aceste erori vor duce la oprirea execuţiei programului. În acest caz, autorul programului va depista eroarea şi va modifica fişierul sursă cu programul editor, după care va compila din nou programul.

Pentru a lansa în execuţie programul sursă din fereastra curentă, alegeţi opţiunea **Run∈Run** sau folosiţi scurtătura **Ctrl+F9**. Se va crea **programul executabil**. Dacă în program există o instrucţiune care ciclează la infinit, pentru a opri execuţia programului, se apasă tastele **Ctrl+Break(Pause)**. Instrucţiunea pe care s-a oprit execuţia programului va fi evidenţiată. Dacă apăsaţi scurtătura **Ctrl+F9**, se va relua execuţia programului de la instrucţiunea la care a fost întrerupt şi va cicla din nou la infinit. Pentru a relua execuţia de la începutul programului, cu noi date de intrare, veţi folosi opţiunea **Program reset∈Run** (scurtătura **Ctrl+F2**) care eliberează zona de memorie folosită de programul în execuţie.

Pentru corectarea erorilor semantice semnalate în timpul executării programului, se comută în editorul de texte şi, cu opţiunea **Find error∈Search**, se găseşte locul erorii. Mai puteţi folosi opţiunile de meniu **Previous Error∈Search** (scurtătura **Alt+F7**), pentru poziţionare pe eroarea precedentă, şi **Next Error∈Search** (scurtătura **Alt+F8**), pentru poziţionare pe eroarea următoare.

---

[3] **Biblioteca** (*library*) este un ansamblu de funcţii executabile (secvenţe de coduri binare executabile) stocate într-un fişier, care pot fi apelate în cadrul unui program.

Testarea şi depanarea programului

Programul executabil poate fi testat. Testarea se face prin executarea repetată a programului, cu un **set complet de date de intrare**. În timpul testării se poate afla dacă există **erori de concepţie** sau **erori logice** (programul nu lucrează corect, adică nu produce rezultatele dorite pentru fiecare set de date de intrare, sau ciclează la infinit) sau dacă rezultatele obţinute nu au aspectul grafic dorit. Pentru remedierea acestor erori trebuie corectat programul sursă, cu ajutorul editorului, compilat din nou cu ajutorul compilatorului, editate legăturile şi reluat testul. Operaţia de corectare a erorilor se numeşte **depanarea programului**. Ea se poate desfăşura sub controlul unui program specializat numit **depanator de programe** (*debugger*), care ajută la detectarea instrucţiunii eronate.

Erorile logice sunt cel mai greu de detectat. Pentru detectarea lor veţi putea folosi opţiunile din meniul **Debug** şi **Run**, prin intermediul cărora puteţi:

- ✓ să executaţi pas cu pas instrucţiunile din program,
- ✓ să urmăriţi variabilele de memorie şi expresiile în timpul execuţiei programului,
- ✓ să creaţi şi să administraţi **punctele de întrerupere** (*breakpoints*).

1. **Executarea pas cu pas a programului.** Executarea pas cu pas a programului înseamnă executarea pe rând, la cerere, a fiecărei instrucţiuni din program. În acest mod puteţi să vedeţi ordinea în care se execută instrucţiunile. Pentru executarea pas cu pas a programului puteţi folosi opţiunile din meniul **Run**: opţiunea **Trace into** (scurtătura **F7**), care execută instrucţiunea următoare, chiar dacă ea face parte dintr-o funcţie, sa opţiunea **Step over** (scurtătura **F8**) care execută instrucţiunea următoare din program sursă. Se poate alterna folosirea acestor opţiuni, în funcţie de ceea ce doriţi să vedeţi la un moment dat: numai modul în care se execută fişierul sursă sau şi modul în care se execută o anumită funcţie definită în fişierul sursă.

2. **Urmărirea variabilelor de memorie şi a expresiilor.** În timpul execuţiei programului este util să vizualizaţi conţinutul variabilelor de memorie şi valorile expresiilor. Aceste valori vor fi reevaluate după fiecare instrucţiune executată. Ele pot fi urmărite prin intermediul ferestrei **Watch** (de urmărire) pe care o deschideţi cu opţiunea **Watch** ∈ **Window**. Pentru administrarea expresiilor din fereastra **Watch** puteţi folosi opţiunile din submeniul **Watches** ▸ ∈ **Debug**, şi anume: **Add watch...** (scurtătura **Ctrl+F7**) care permite adăugarea la listă a noi expresii, **Delete watch** care înlătură din listă expresia selectată, **Edit watch...** care permite modificarea expresiei selectate, **Remove all watch** care înlătură toate expresiile din listă. Prin intermediul opţiunii de meniu **Evaluate/Modify...** ∈ **Debug** (scurtătura **Ctrl+F4**) puteţi evalua şi modifica variabile şi expresii. Se deschide caseta de dialog **Evaluate and Modify** în care veţi introduce, în caseta de text **Expression**, expresia care trebuie evaluată. În zona **Result** este afişat rezultatul evaluării, iar în caseta **New Value** introduceţi noua valoare a expresiei. Dacă vreţi numai să evaluaţi expresia, acţionaţi declanşatorul **Evaluate**, iar dacă vreţi să o şi modificaţi, acţionaţi declanşatorul **Modify**.

3. **Crearea punctelor de întrerupere.** Punctele de întrerupere sunt marcaje, în interiorul unui program, la care se opreşte temporar execuţia programului, astfel încât să puteţi examina starea programului şi conţinutul variabilelor de memorie. Este mult mai avantajos să folosiţi punctele de întrerupre decât să executaţi pas cu pas programul, deoarece veţi face economie de timp în execuţia programului pe care îl depanaţi. Administrarea punctelor de întrerupere se face prin intermediul opţiunilor din meniul **Debug**. Pentru a stabili un punct de întrerupere procedaţi astfel: poziţionaţi cursorul pe instrucţiunea la care doriţi să se întrerupă execuţia programului (instrucţiunea care bănuiţi că este cauza

erorii) şi alegeţi opţiunea **Toggle breakpoints∈Debug** (scurtătura **Ctrl+F8**). Operaţia se reia pentru fiecare punct de întrerupere pe care vreţi să-l inseraţi în program. Dacă vreţi să ştergeţi un punct de întrerupere, poziţionaţi cursorul pe linia la care a fost inserat şi alegeţi opţiunea **Toggle breakpoints∈Debug**, care are efect de comutator. După ce aţi lansat în execuţie programul (opţiunea **Run∈Run**), execuţia lui se va opri la primul punct de întrerupere. Pentru a relua execuţia programului alegeţi din nou opţiunea **Run∈Run**. Puteţi să administraţi punctele de întrerupere prin intermediul casetei de dialog **Breakpoints** pe care o deschideţi cu opţiunea **Breakpoints...∈ Debug**. În caseta de dialog este afişată o listă cu punctele de întrerupere, din care puteţi să selectaţi un punct de întrerupere ca să-l modificaţi (declanşatorul **Edit**), să-l ştergeţi (declanşatorul **Delete**) sau ca să vedeţi poziţia lui în programul sursă (declanşatorul **View**). Cu declanşatorul **At** puteţi să creaţi un punct de întrerupere la o funcţie definită în program.

Funcţii utile (fişierul antet **conio.h**)

clrscr() Şterge informaţiile de pe ecran. Este bine să scrieţi această funcţie la începutul programului, pentru ca pe ecran să fie afişate numai rezultatele obţinute în urma executării programului.

getch() Aşteaptă introducerea unui caracter de la tastatură, pe care nu-l va afişa pe ecran. Rezultatul furnizat este de tip **int** şi este codul caracterului introdus. Este bine să scrieţi această funcţie la sfârşitul programului. În aplicaţia **Bc**, după ce se termină execuţia programului, se revine imediat la interfaţa mediului de programare şi nu mai puteţi vedea rezultatele. Cu această funcţie, după ce vor fi afişate rezultatele, programul va aştepta să apăsaţi o tastă pentru a-şi încheia execuţia şi veţi putea vedea rezultatele.

Nu uitaţi, atunci când scrieţi programul sursă, să includeţi fişierele antet corespunzătoare.

Fişiere antet

Fişierul antet	Necesar pentru
iostream.h	fluxurile de date standard **cin>>** şi **cout<<** ; constanta **endl**
conio.h	funcţiile **clrscr()**, **getch()**
fstream.h	fluxurile de date pentru fişiere **fstream**, şi funcţiile şi constantele pentru fluxurile de date ale fişierelor: **eof()**, **close()**, **tellp()**, **seekp()**, **clear()**, **get()**, **getline()**
stdio.h	macrocomenzi pentru manipularea fişierelor **rename()**, **remove()**
iomanip.h	manipulatori: **setw()**, **setprecision()**, **setfill()**, **setiosflags()**, **resetiosflags()**, **oct()**, **dec()**, **hex()** şi constante pentru manipulatori
math.h	funcţii matematice: **abs()**, **floor()**, **ceil ()**, **sqrt()**, **pow()**, **pow10()**, **sin()**, **cos()**, **tan()**
stdlib.h	funcţii pentru generarea numerelor aleatoare: **randomize()**, **rand()**

Anexa 2

Sisteme de numerație

Reprezentarea numerelor se face cu ajutorul unor semne grafice numite **cifre**. Totalitatea simbolurilor grafice folosite pentru scrierea numerelor formează **alfabetul sistemului de numerație**. **Baza sistemului de numerație** este egală cu numărul de simboluri ale alfabetului.

Un **sistem de numerație în baza q** este un sistem de reprezentare a numerelor care are următoarele caracteristici:

a) Utilizează un alfabet cu **q** simboluri diferite între ele, numite cifre, care formează un șir de numere consecutive.
b) Prima cifră din șir este **0**.
c) Ultima cifră din șir este cu o unitate mai mică decât baza: **q-1**.
d) În funcție de poziția lor în reprezentarea numărului, cifrele se înmulțesc cu puteri crescătoare ale bazei, obținându-se **dezvoltarea numărului după puterile bazei**:

$$n_{(q)} = a_n a_{n-1} \ldots a_1 a_0 = a_n \times q^n + a_{n-1} \times q^{n-1} + \ldots + a_1 \times q^1 + a_0 \times q^0$$

Sistemele de numerație utile în implementarea algoritmilor cu ajutorul calulatorului sunt:

1. **Sistemul zecimal** (în baza **10**):

✓ Utilizează un alfabet cu **10** simboluri, diferite între ele: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
✓ Dezvoltarea numărului după puterile bazei este:

$$14597_{(10)} = 1\times10^4 + 4\times10^3 + 5\times10^2 + 9\times10^1 + 7\times10^0$$

2. **Sistemul binar** (în baza **2**):

✓ Utilizează un alfabet cu **2** simboluri, diferite între ele: 0, 1.
✓ Dezvoltarea numărului după puterile bazei este:

$$100101_{(2)} = 1\times2^5 + 0\times2^4 + 0\times2^3 + 1\times2^2 + 0\times2^1 + 1\times2^0$$

3. **Sistemul octal** (în baza **8**):

✓ Utilizează un alfabet cu **8** simboluri, diferite între ele: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
✓ Dezvoltarea numărului după puterile bazei este:

$$173451_{(8)} = 1\times8^5 + 7\times8^4 + 3\times8^3 + 4\times8^2 + 5\times8^1 + 1\times8^0$$

4. **Sistemul hexazecimal** (în baza **16**):

✓ Utilizează un alfabet cu **16** simboluri, diferite între ele: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F (A =$10_{(10)}$, B=$11_{(10)}$, C=$12_{(10)}$, D=$13_{(10)}$, E=$14_{(10)}$, F=$15_{(10)}$).
✓ Dezvoltarea numărului după puterile bazei este:

$$1AE2_{(2)} = 1\times16^3 + A\times16^2 + E\times16^1 + 2\times16^0$$

10	2	8	16
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3

10	2	8	16
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7

10	2	8	16
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B

10	2	8	16
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Pentru a compara două numere scrise în două baze de numerație diferite **p** și **q**, ele trebuie reprezentate în aceeași bază: fie în baza **p**, fie în baza **q**. Trecerea de la reprezentarea nu-

mărului în baza **q** la reprezentarea numărului în baza **p** se numeşte **conversia numărului din baza *q* în baza *p*.**

Conversia din baza q în baza 10

Conversia se execută astfel:

a) Se scrie dezvoltarea numărului după puterile bazei.
b) Se înlocuiesc cifrele numărului cu valoarea lor în sistemul zecimal.
c) Se efectuează înmulţirile şi adunările, în sistemul zecimal.

Exemple:

$100101_{(2)} = 1\times2^5 + 0\times2^4 + 0\times2^3 + 1\times2^2 + 0\times2^1 + 1\times2^0 = 32+4+1 = 37_{(10)}$

$154_{(8)} = 1\times8^2 + 5\times8^1 + 4\times8^0 = 64+40+4 = 108_{(10)}$

$1AC_{(16)} = 1\times16^2 + A\times16^1 + C\times16^0 = 1\times256 + 10\times16 + 12 = 428_{(10)}$

Conversia din baza 10 în baza q

Conversia se execută astfel:

a) Se împarte numărul reprezentat în baza 10 la *q*. Se obţine câtul c_0 şi restul r_0.
b) Se împarte c_0 la *q*. Se obţine câtul c_1 şi restul r_1.

.....

c) Procesul de împărţire a câtului obţinut (c_{n-1}) la *q* continuă până când câtul obţinut c_n este mai mic decât baza *q* şi se obţine restul r_n.
d) Resturile obţinute se convertesc separat, fiecare, în baza *q*, şi se formează cu ele numărul reprezentat în baza *q*: $r_n r_{n-1} \ldots r_1 r_0$.

Exemple:

2	cât	rest
29	14	1
14	7	0
7	3	1
3	1	1
1<2		
$29_{(10)} = 11101_{(2)}$		

8	cât	rest
7584	948	0
948	118	4
118	14	6
14	1	6
1<8		
$7584_{(10)} = 16640_{(8)}$		

16	cât	rest
3508	219	4
219	13 → D	11 → B
13<16		
$3508_{(16)} = DB4_{(16)}$		

Conversia din baza 2 în baza 16 (8) şi invers

Pentru a converti un număr binar într-un număr hexazecimal (octal) se împart cifrele numărului binar în grupe de câte patru (trei), de la dreapta la stânga, şi fiecare grupă se converteşte separat într-o cifră hexazecimală (octală).

Pentru a converti un număr hexazecimal (octal) într-un număr binar se converteşte fiecare cifră a numărului într-un grup de patru (trei) cifre binare.

Exemple

$1110111111001_{(2)} = 1\ 1101\ 1111\ 1001_{(2)} = 1DF9_{(16)}$

$1110111111001_{(2)} = 1\ 110\ 111\ 111\ 001_{(2)} = 16771_{(8)}$

$F2A1_{(16)} = 1111\ 0010\ 1010\ 0001_{(2)} = 1111001010100001_{(2)}$

$7342_{(8)} = 111\ 011\ 100\ 010_{(2)} = 111011100010_{(2)}$

Anexa 3

Reprezentarea internă a datelor

Calculatorul prelucrează **date**. Reprezentarea internă a datelor se face diferențiat, în funcție de tipul datei. **Tipul datei** corespunde unui anumit model de reprezentare internă.

Reprezentarea caracterelor

Individual, fiecare caracter (literă, cifră, spațiu sau caracter special) este codificat într-o secvență de lungime fixă de 8 cifre binare, folosind codul standardizat ASCII. El permite construirea a $2^8 = 256$ cuvinte de cod diferite între ele. Fiecărui caracter de pe tastatură îi este atribuită o secvență de cod ASCII prin care poate fi reprezentat în memoria calculatorului. Astfel, caracterul A va fi reprezentat prin secvența de 8 cifre binare 01000001, iar caracterul 9 prin secvența de 8 cifre binare 00111001.

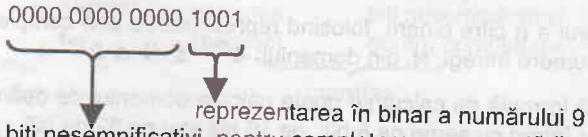
Reprezentarea numerelor

Reprezentarea internă a datelor numerice se face diferențiat, în funcție de tipul lor: numere întregi (cu semn sau fără semn) și numere reale.

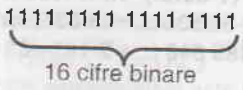
Reprezentarea numerelor întregi fără semn

Fiecare număr întreg este codificat cu un număr binar de lungime fixă. Lungimea secvenței binare trebuie să fie multiplu de 8 biți: 8 biți, 16 biți sau 32 biți. Pentru fiecare număr, indiferent de mărimea numărului, sunt folosite secvențe de biți de aceeași lungime. Pentru a obține același număr de biți, sunt adăugate zerouri nesemnificative.

De exemplu, dacă se reprezintă numărul 9 ($9_{(10)} = 1001_{(2)}$) folosind un spațiu de memorare de 16 biți, reprezentarea numărului va fi:



Cu cei 16 biți, numărul cel mai mare care se poate reprezenta este:



Acest număr este $2^{16} - 1 = 65\,535$. Dacă reprezentarea se va face folosind doar 8 cifre binare, cel mai mare număr va fi $2^8 - 1 = 255$.

Așadar, cu ajutorul a **n** cifre binare, folosind reprezentarea în binar se pot reprezenta numere întregi fără semn, **N**, din domeniul: $\mathbf{0 \leq N \leq 2^n - 1}$

Folosind această formulă de calcul se poate calcula domeniul de definiție pentru reprezentarea unui număr întreg cu semn pe 8 biți, pe 16 biți sau pe 32 de biți.

Domeniul de definiție al unei date de tip numeric întreg fără semn, reprezentată cu 8 cifre binare (1 octet), va fi 0 ... 255, pentru cea reprezentată cu 16 cifre binare (2 octeți), va fi 0 ... 65 535, iar pentru cea reprezentată cu 32 cifre binare (4 octeți), va fi 0 ... 4 294 967 205.

Atenție! Numărul întreg 9 nu este codificat în același mod cu caracterul cifră 9.

Reprezentarea numerelor întregi cu semn

Modelul de reprezentare internă a datelor numerice întregi cu semn se numește **reprezentarea numerelor prin complementul față de 2.**

Se notează cu N_n' complementul față de 2 al unui număr întreg negativ N_n (reprezentat prin *n* cifre binare). El este $2^n - N_n$.

De exemplu, complementul față de 2 al numărului *-6*, într-o reprezentare cu 16 cifre binare, se calculează astfel:

$$2^{16} \rightarrow 1\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000_{(2)}\text{ , iar } 6_{(10)} = 110_{(2)}$$

și:

$$\begin{array}{r} 1\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 - \\ 0000\ 0000\ 0000\ 0110 = \\ \hline 1111\ 1111\ 1111\ 1010 \end{array}$$

Bitul de pe prima poziție va reprezenta semnul numărului: dacă este 0, numărul este pozitiv, iar dacă este 1, numărul este negativ.

Complementul față de 2 al unui număr întreg negativ se mai poate calcula astfel:

a) Se convertește în binar valoarea pozitivă a numărului: 0000 0000 0000 0110;
b) se neagă cifrele binare ale numărului obținut: 1111 1111 1111 1001;
c) se adună 1 la numărul obținut:

$$\begin{array}{r} 1111\ 1111\ 1111\ 1001 + \\ 1 = \\ \hline 1111\ 1111\ 1111\ 1010 \end{array}$$

Așadar, cu ajutorul a **n** cifre binare, folosind reprezentarea prin complementul față de 2, se pot reprezenta numere întregi, **N**, din domeniul: $-2^{n-1} \leq N \leq 2^{n-1}-1$

Folosind această formulă de calcul se poate calcula domeniul de definiție pentru reprezentarea unui număr întreg cu semn pe 8 biți, pe 16 biți sau pe 32 de biți.

Domeniul de definiție pentru o dată de tip numeric întreg cu semn, reprezentată în complement față de 2, cu 8 cifre binare (1 octet), va fi -128 ... +127, pentru cea reprezentată cu 16 cifre binare (2 octeți) va fi -65 536 ... +65 535, iar pentru cea reprezentată cu 32 cifre binare (4 octeți), va fi -2 147 483 648 ... + 2 147 483 647.

Reprezentarea numerelor reale

În această reprezentare, numerele sunt reprezentate prin **exponent** și **mantisă**. Ea se mai numește și **notația științifică**. Se știe că orice număr poate fi scris cu ajutorul puterilor lui 10 (exponenți). În acest mod poate fi controlată poziția virgulei zecimale, iar reprezentarea obținută se numește în virgulă mobilă, deoarece virgula zecimală își poate schimba poziția în funcție de valoarea exponentului. De exemplu, reprezentarea în notație științifică este:

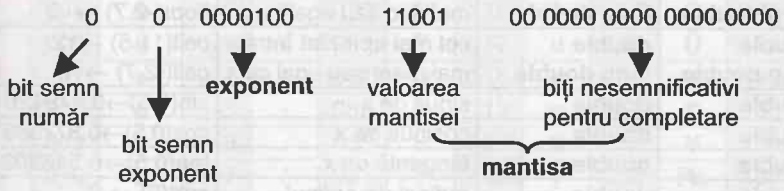
- $12.5 = 12.5 \times 10^0 = 0.125 \times 10^2 = 125 \times 10^{-1} = 125\ E\ -1$

mantisă exponent

În mod analog, se va reprezenta şi intern numărul, codificându-se în binar exponentul şi mantisa. În plus, se vor folosi doi biţi pentru reprezentarea semnului mantisei şi a exponentului. Conform acestei convenţii, dacă se consideră reprezentarea în virgulă mobilă pe 32 de biţi, biţii vor fi folosiţi astfel: 1 bit pentru semnul numărului, 1 bit pentru semnul exponentului, 7 biţi pentru exponent şi 23 biţi pentru mantisă.

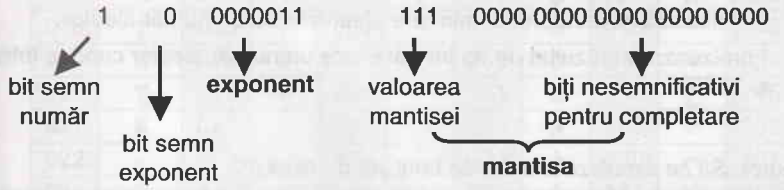
De exemplu:
$12,5_{(10)} = 1100,1_{(2)} = 0,11001_{(2)} \times 2^4 = 0,11001_{(2)} \times 10_{(2)}^{100(2)}$:
- ✓ mantisa este 11001,
- ✓ exponentul este $4_{(10)} = 100_{(2)}$,
- ✓ semnul numărului este pozitiv – 0,
- ✓ semnul mantisei este pozitiv – 0,

iar reprezentarea numărului este:



$-7_{(10)} = -111_{(2)} = -0,111_{(2)} \times 2^3 = -0,111_{(2)} \times 10_{(2)}^{11(2)}$:
- ✓ mantisa este 111,
- ✓ exponentul este $3_{(10)} = 11_{(2)}$,
- ✓ semnul numărului este negativ – 1,
- ✓ semnul mantisei este pozitiv – 0,

iar reprezentarea numărului este:



În această reprezentare s-au folosit 32 de biţi, din care 7 pentru reprezentarea exponentului, 23 pentru reprezentarea mantisei. Cel mai mare număr pozitiv care se poate scrie în acest caz se stabileşte astfel:
- ✓ Cu 23 cifre binare, cel mai mare număr care se poate scrie este :
$$2^{23} = (2^{10})^{23/10} \approx (1000)^{23/10} = (10^3)^{23/10} = 10^{3\times23/10} = 10^{69/10} \approx 10^6$$
şi numărul maxim de cifre semnificative este 6.
- ✓ Cu 7 cifre binare, cel mare exponent care se poate scrie este $2^7 - 1 = 127$, şi factorul de multiplicare cel mai mare va fi:
$$2^{127} = (2^{10})^{127/10} \approx (1000)^{127/10} = (10^3)^{127/10} = 10^{3\times127/10} = 10^{381/10} \approx 10^{38}.$$

Aşadar, domeniul de valori al datei reprezentate cu 7 cifre binare pentru exponent şi 23 de cifre binare pentru mantisă va fi $-10^{38} .. 10^{38}$, iar data va avea maxim 6 cifre semnificative.

În funcţie de numărul de biţi folosiţi, pentru reprezentarea numărului există: reprezentare în simplă **precizie** – pe 32 de biţi –, şi reprezentare în **dublă precizie** – pe 64 de biţi.

Anexa 4

Funcții de sistem utile

Funcții matematice – fișier antet **math.h**

Funcția	Tip rezultat	Tip parametri	Furnizează	Exemplu
abs(x) labs(x) fabs(x)	int long double	int long double	modulul lui x	abs(-12) → 12 abs(12) → 12 fabs(-1.2) →1.2
floor(x) floorl(x)	double long double	double long double	cel mai apropiat întreg mai mic sau egal cu x	floor(11.5) →11 floor(-2.7) → -3
ceil(x) ceill(x)	double long double	double long double	cel mai apropiat întreg mai mare sau egal cu x	ceil(11.5) →12 ceil(-2.7) → -2
sin(x)	double	double	sinus de x	sin(0.5)→0.479426
cos(x)	double	double	cosinus de x	cos(0.5)→0.877583
tan(x)	double	double	tangentă de x	tan(0.5)→0.546302
sqrt(x) sqrtl(x)	double long double	double long double	radical de ordinul 2 din x	sqrt(9) → 3
pow(x,y) powl(x,y)	double long double	double long double	x la puterea y	pow(2,4) → 16
pow10(x) powl10l(x)	double long double	int int	10 la puterea x	pow10(2)→100

Funcții pentru generarea numerelor aleatoare – fișier antet **stdlib.h**

randomize() Inițializează generatorul de numere aleatoare cu un număr aleator.

rand() Furnizează un rezultat de tip **int** care este un număr aleator cuprins între 0 și 32767.

Exemplu:

Enunțul problemei: *Să se simuleze aruncarea unui zar de cinci ori.*

```
#include<iostream.h>
#include <stdlib.h>
void main()
{int i;
randomize();
for (i=1;i<=5;i++) cout<<rand()%6+1<<"  ";}
```

Rezolvați:

1. Scrieți câte un program prin care să calculați fiecare dintre funcțiile matematice. Testați programul comparând rezultatul furnizat de el cu rezultatul furnizat de funcția de sistem.
2. Scrieți un program care simulează următorul joc: două persoane aruncă fiecare de trei ori cu zarul. Câștigă persoana care a obținut cele mai multe puncte.
3. Scrieți un program care simulează următorul joc: două persoane extrag la întâmplare, dintr-un pachet de cărți de joc, câte patru cărți fiecare. Câștigă persoana care a extras valori în progresie aritmetică.

Anexa 5

Codul ASCII

Cod		Cod		Cod		Cod		Cod		Cod		Cod	
000	nul	037	%	074	J	111	o	148	ö	185	╣	222	▌
001	☺	038	&	075	K	112	p	149	ò	186	║	223	▀
002	☻	039	'	076	L	113	q	150	û	187	╗	224	α
003	♥	040	(	077	M	114	r	151	ù	188	╝	225	β
004	♦	041	)	078	N	115	s	152	ÿ	189	╜	226	Γ
005	♣	042	*	079	O	116	t	153	Ö	190	╛	227	π
006	♠	043	+	080	P	117	u	154	Ü	191	┐	228	Σ
007	•	044	,	081	Q	118	v	155	¢	192	└	229	σ
008	◘	045	-	082	R	119	w	156	£	193	┴	230	µ
009	○	046	.	083	S	120	x	157	¥	194	┬	231	τ
010	◙	047	/	084	T	121	y	158	Pts	195	├	232	Φ
011	♂	048	0	085	U	122	z	159	ƒ	196	─	233	Θ
012	♀	049	1	086	V	123	{	160	á	197	┼	234	Ω
013	♪	050	2	087	W	124	|	161	ä	198	╞	235	δ
014	♫	051	3	088	X	125	}	162	ó	199	╟	236	∞
015	☼	052	4	089	Y	126	~	163	ú	200	╚	237	Ø
016	►	053	5	090	Z	127	⌂	164	ñ	201	╔	238	ε
017	◄	054	6	091	[	128	Ç	165	Ñ	202	╩	239	∩
018	↕	055	7	092	\	129	ü	166	ª	203	╦	240	≡
019	‼	056	8	093	]	130	é	167	º	204	╠	241	±
020	¶	057	9	094	^	131	â	168	¿	205	═	242	≥
021	§	058	:	095	_	132	ä	169	⌐	206	╬	243	≤
022	-	059	;	096	`	133	à	170	¬	207	╧	244	⌠
023	↨	060	<	097	a	134	ă	171	½	208	╨	245	⌡
024	↑	061	=	098	b	135	ç	172	¼	209	╤	246	÷
025	↓	062	>	099	c	136	ê	173	¡	210	╥	247	≈
026	→	063	?	100	d	137	ë	174	«	211	╙	248	°
027	←	064	@	101	e	138	è	175	»	212	╘	249	•
028	⌐	065	A	102	f	139	ï	176	░	213	╒	250	·
029	↔	066	B	103	g	140	î	177	▒	214	╓	251	√
030	▲	067	C	104	h	141	ì	178	▓	215	╫	252	ⁿ
031	▼	068	D	105	i	142	Ä	179	│	216	╪	253	²
032	spațiu	069	E	106	j	143	Å	180	┤	217	┘	254	■
033	!	070	F	107	k	144	É	181	╡	218	┌	255	
034	"	071	G	108	l	145	æ	182	╢	219	█		
035	#	072	H	109	m	146	Æ	183	╖	220	▄		
036	$	073	I	110	n	147	ô	184	╕	221	▌		

Cuprins

1. Informatica şi societatea 3
1.1. Prelucrarea informaţiilor 3
1.2. Informatica 4
1.3. Etapele rezolvării unei probleme 7
1.4. Algoritmul 8
Evaluare 10

2. Datele 12
2.1. Definiţia datelor 12
2.1.1. Clasificarea datelor 13
2.1.2. Tipul datelor 19
2.2. Operatorii 21
2.3. Expresiile 26
Evaluare 30

3. Algoritmii 36
3.1. Reprezentarea algoritmilor 36
3.2. Principiile programării structurate 38
3.2.1. Structura liniară 38
3.2.2. Structura alternativă 39
3.2.3. Structura repetitivă 43
3.3. Algoritmi elementari 50
3.3.1. Algoritmi pentru interschimbare 50
3.3.2. Algoritmi pentru determinarea maximului (minimului) 52
3.3.3. Algoritmi pentru prelucrarea cifrelor unui număr 54
3.3.4. Algoritmi pentru calcularea c.m.m.d.c. 60
3.3.5. Algoritmi pentru testarea unui număr prim 62
3.3.6. Algoritmi pentru prelucrarea divizorilor unui număr 65
3.3.7. Algoritmi pentru conversii între sisteme de numeraţie 68
3.3.8. Algoritmi pentru generarea şirurilor recurente 71
3.4. Ef cienţa algoritmilor 73
3.5. Aplicarea algoritmilor 78
3.5.1. Rezolvarea problemelor de matematică 78
3.5.2. Rezolvarea problemelor de fizică 82
Evaluare 85

4. Implementarea algoritmilor 89
4.1. Caracteristicile limbajului de programare 89
4.2. Structura programului 91
4.3. Instrucţiunile declarative 93
4.3.1. Tipuri de date 93
4.3.2. Constantele 95
4.3.3. Declararea variabilelor de memorie 96
4.3.4. Declararea constantelor simbolice 98

4.3.5. Declararea tipurilor de dată utilizator 99
4.4. Operațiile de citire și scriere 100
Evaluare 104
4.5. Expresia și instrucțiunea expresie 106
4.5.1. Operatorii aritmetici 107
4.5.2. Operatorul pentru conversie implicită 109
4.5.3. Operatorii pentru incrementare și decrementare 111
4.5.4. Operatorii relaționali 113
4.5.5. Operatorii logici 113
4.5.6. Operatorii logici pe biți 114
4.5.7. Operatorii de atribuire 118
4.5.8. Operatorul condițional 121
4.5.9. Operatorul virgulă 123
4.5.10. Operatorul dimensiune 125
4.5.11. Precedența și asociativitatea operatorilor 125
Evaluare 127
4.6. Instrucțiunile de control 131
4.6.1. Instrucțiunea **if...else** 131
4.6.2. Instrucțiunea **switch...case** 134
4.6.3. Instrucțiunea **while** 137
4.6.4. Instrucțiunea **for** 139
4.6.5. Instrucțiunea **do...while** 146
Evaluare 149

5. Implementarea structurilor de date 155
5.1. Structurile de date 155
5.2. Tablourile de memorie 158
5.3. Implementarea tablourilor de memorie în limbajul C++ 162
5.3.1. Tabloul cu o singură dimensiune – vectorul 162
5.3.2. Tabloul cu două dimensiuni – matricea 164
5.4. Algoritmi pentru prelucrarea tablourilor de memorie 166
5.4.1. Algoritmi pentru parcurgerea tablourilor de memorie 166
5.4.2. Algoritmi pentru căutarea unui element într-un tablou de memorie 174
5.4.3. Algoritm pentru ștergerea unui element dintr-un vector 176
5.4.4. Algoritm pentru inserarea unui element într-un vector 177
5.4.5. Algoritmi pentru sortarea unui vector 179
5.4.6. Algoritm pentru interclasarea a doi vectori 188
5.4.6. Aplicarea algoritmilor pentru prelucrarea tablourilor de memorie 190
Evaluare 193
5.5. Fișierele 201
5.6. Implementarea fișierelor text în limbajul C++ 204
5.6.1. Fluxuri de date pentru fișiere text 205
5.6.2. Citiri și scrieri cu format 210
5.6.3. Aplicații cu prelucrări de fișiere 213

Evaluare 219
Anexa 1 – Mediul de programare C++ 222
Anexa 2 – Sisteme de numerație 231
Anexa 3 – Reprezentarea internă a datelor 233
Anexa 4 – Funcții de sistem utile 236
Anexa 5 – Codul ASCII 237